**DETERMINAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE CECOTROFIA EM
CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766)**

ALCESTER MENDES

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. **ABEL LAVORENTI**

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concentração: Ciência
Animal e Pastagens.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Julho - 1999

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Mendes, Alcester

Determinação da ocorrência de cecotrofia em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* L. 1766) / Alcester Mendes. - - Piracicaba, 1999.
73 p. : il

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Animal silvestre 2. Capivara 3. Cecotrofia 4. Comportamento animal 5. Coprofagia 6. Digestão animal 7. Fisiologia animal 8. Proteína microbiana I. Título

CDD 636.9323

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor"

NADA É IMPOSSÍVEL

A **fé** é justamente aquela atitude cheia de **confiança**
que permite ao próprio **Deus** manifestar a sua **potência**.
E esta fé é **possível e obrigatória** a todos que **crêem**.

Chiara Lubich.

DEDICO,

com muito amor e carinho aos meus pais Aldo e
Alzira e aos meus irmãos Ételcles e Adriana.

OFEREÇO,

à todos os homens que sabem respeitar
e amar a natureza.

MINHA GRATIDÃO,

à Adriana Ramos, pelo respeito, amor,
e companheira nos momentos difíceis
dessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que é Pai e amor.

Ao Prof. Dr. Abel Lavorenti pela oportunidade recebida nos cursos de aperfeiçoamento e mestrado, orientação e amizade.

Ao Prof. Dr. Sérgio Luiz Gama Nogueira-Filho que com confiança e paciência, acreditou todo momento na minha pessoa, incentivando-me e coorientando-me, não medindo esforços para realização deste trabalho, pelo amor e dignidade, minha gratidão, respeito e amizade.

Aos professores Dr. Valdomiro Shigueru. Miyada e Dr. José Fernando Machado Menten pelos ensinamentos recebidos e amizade.

Ao Prof. Dr. José Eurico P. Cyrino pela colaboração neste trabalho, permitindo a utilização do laboratório de piscicultura para peletização da ração marcada.

Ao Prof. Dr. Cyro Fúlvio Zinsly que colaborou na realização deste trabalho, permitindo a peletização de toda ração experimental em sua propriedade rural, não medindo esforços.

Ao Dr. Luiz Alberto Rocha Batista (EMBRAPA – São Carlos-SP) e ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos (Departamento de Engenharia Rural – ESALQ/ USP) por indispensáveis auxílios prestados na realização das análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio pelos ensinamentos e sugestões.

Ao Prof. José Manuel Corrêa de Simas pela amizade, ensinamentos e colaboração junto ao laboratório de bromatologia do Depto. de Produção Animal.

Ao químico Carlos César Alves, técnico do laboratório de bromatologia do Depto. de Produção Animal, pela paciência, ensinamentos e momentos de muita descontração.

A Sérgio V. Pena, Jorge F. L. de Andrade, Adão L. da Silva, Francisco M. de Oliveira, José Augusto Alves, Antônio Carlos Oliva, Antônio F. da Silva , Edson R. Davanzo, José Henrique da Rocha e José Pires A. Sobrinho pela amizade e por tudo o que fizeram para que este trabalho se concretizasse, e a todos os demais funcionários que auxiliaram direta ou indiretamente.

Aos estagiários “Varinha”, “Cupim”, “Santa”, “Mãe”, “Matinê”, “Spuleta” e “Entulho” pela responsabilidade e força de vontade que tiveram, pelas duras horas de trabalho coletando amostras diuturnamente, o qual sem eles seria tudo muito mais difícil, minha gratidão e amizade.

À Creide E. Martins, Vera L. Graciano e Cláudia C. de Camargo, secretárias do Depto. de Produção Animal, pelos momentos de ajuda.

À bibliotecária Eliana M. Garcia Sabino, pela revisão das referências bibliográficas.

Ao “Plínio” técnico do laboratório Central da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ UNESP, Campus de Jaboticabal-SP, pela colaboração na determinação das concentrações de cromo das amostras.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de aperfeiçoamento e mestrado concedidas.

Aos colegas de pós-graduação, pelos momentos de partilha das alegrias e dificuldades, minha sincera amizade.

Aos animais utilizados neste trabalho, em especial às capivaras, o meu respeito.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1 Características gerais da capivara (<i>H. h. hydrochaeris</i> L. 1766).....	6
2.2 Reprodução da capivara.....	8
2.3 Fisiologia digestiva da capivara.....	10
2.3.1 Utilização da proteína microbiana.....	12
2.3.2 Cecotrofia em capivara.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Considerações gerais.....	18
3.1.1 Local.....	18
3.1.2 Animais.....	19
3.1.3 Dieta experimental.....	19
3.1.3.1 Marcador.....	21
3.1.4 Instalações.....	22
3.2 Condução dos experimentos.....	24
3.2.1 Frações analisadas.....	25
3.2.1.1 Análise da ração experimental.....	26
3.2.1.2 Análise das amostras fecais.....	26
3.3 Análises estatísticas.....	26
3.3.1 Análise de variância.....	27
3.3.1.1 Análise de variância individual.....	27
3.3.1.2 Análise de variância geral.....	28
3.3.2 Análise de regressão.....	30

3.3.3 Taxa de passagem.....	30
3.3.4 Teste t-Student e Análise multivariada de perfil.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Estudo I: Comportamento de cecotrofia em capivaras.....	32
4.1.1 Descrição do comportamento de cecotrofia.....	32
4.1.2 Período de ocorrência.....	36
4.1.3 Tempo de duração.....	38
4.2 Estudo II: Comparação das curvas de excreção fecal entre capivaras, coelhos e catetos.....	39
4.2.1 Taxa de passagem da fase sólida do alimento.....	39
4.2.1.1 Taxa de passagem do alimento em capivaras.....	39
4.2.1.2 Taxa de passagem do alimento em coelhos.....	42
4.2.1.3 Taxa de passagem do alimento em catetos.....	44
4.2.1.4 Comparação das taxas de passagens do alimento entre as espécies animais.....	45
4.2.2 Análise de variância e de regressão.....	47
4.2.2.1 Análise de variância por espécie.....	47
4.2.2.2 Análise de variância geral.....	48
4.2.2.3 Análise de regressão.....	49
4.2.3 Curvas de excreção fecal.....	51
4.2.3.1 Regressão linear para as curvas de excreção fecal.....	52
4.2.3.2 Comparação das curvas de excreção fecal utilizando o teste t-Student.....	53
4.2.3.3 Análise multivariada de perfil.....	54
5 CONCLUSÕES.....	61
ANEXOS.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Baías experimentais individuais para capivaras e catetos.....	23
2 Gaiolas metabólicas individuais para coelhos.....	23
3.a Seqüência comportamental da cecotrofia em capivaras.....	33
3.b Seqüência comportamental da cecotrofia em capivaras.....	33
3.c Seqüência comportamental da cecotrofia em capivaras.....	34
3.d Seqüência comportamental da cecotrofia em capivaras.....	34
4 Período da ocorrência de cecotrofia em capivaras.....	37
5 Percentual de cromo mordante acumulado obtido das excreções fecais de capivaras.....	50
6 Percentual de cromo mordante acumulado obtido das excreções fecais de coelhos.....	50
7 Percentual de cromo mordante acumulado obtido das excreções fecais de catetos.....	51
8 Regressão linear das curvas de excreção fecal entre capivara, coelho e cateto.....	53
9 Comparação das curvas de excreção fecal de cromo mordante acumulado entre capivara, coelho e cateto.....	56

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Comparação da composição do cecotrofe e fezes normais em coelhos..	14
2 Composição percentual da ração experimental fornecida aos animais...	20
3 Composição químico-bromatológica da ração experimental e do capim elefante (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	21
4 Taxa de passagem, tempo médio de retenção, turnover e meia vida da fase sólida, determinados para capivaras.....	40
5 Taxa de passagem, tempo médio de retenção, turnover e meia vida da fase sólida, determinados para coelhos.....	43
6 Taxa de passagem, tempo médio de retenção, turnover e meia vida da fase sólida, determinados para catetos.....	44
7 Comparação da taxa de passagem, tempo médio de retenção, turnover e meia vida entre capivara, coelho e cateto.....	46
8 Análise de variância individual da excreção acumulada de cromo mordante.....	47
9 Análise de variância geral da excreção acumulada de cromo mordante.	48
10 Excreção acumulada de cromo mordante ajustada pelo modelo de Gompertz.....	49
11 Concentrações iniciais e finais de cromo mordante excretados pelas diferentes espécies.....	52

DETERMINAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE CECOTROFIA EM CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766)

Autor: ALCESTER MENDES

Orientador: Prof. Dr. ABEL LAVORENTI

RESUMO

Este trabalho foi conduzido no Departamento de Produção Animal, da ESALQ/USP, Piracicaba-SP, tendo como objetivos verificar a ocorrência e descrição do comportamento de cecotrofia em capivaras (Estudo I) e, comparar as curvas de excreção e as taxas de passagem da digesta entre capivaras, coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) - animais que realizam cecotrofia, e catetos (*Tayassu tajacu*) - animais que não realizam cecotrofia (Estudo II). No Estudo I, foram utilizadas seis capivaras fêmeas e adultas nascidas e criadas em cativeiro, pesando em média $55,90 \pm 8,36$ kg, mantidas em baias individuais, onde foram observadas durante noventa e seis horas consecutivas (“tudo para todos” Altmann, 1974). No Estudo II, foram utilizadas cinco fêmeas para cada uma das três espécies estudadas: capivara, coelho e cateto, também nascidas e criadas em cativeiro, com peso vivo médio de $55,90 \pm 8,36$ kg, $3,4 \pm 0,57$ kg e $12,95 \pm 2,47$ kg, respectivamente, introduzidas em baias individuais (capivara e cateto) e gaiolas metabólicas individuais (coelhos), onde foi feita coleta total de fezes em intervalos de 4 horas até o total de 96 horas (delineamento experimental “Split-block”, Steel & Torrie, 1980). Foi administrado aos animais um marcador (cromo mordante) que possibilitou a comparação da taxa de passagem da fase sólida e

das curvas de excreção fecal entre as espécies estudadas. No Estudo I, as capivaras realizaram 243 atos de cecotrofia, ocorrendo entre 10h:48min e 11h:44min após o fornecimento do alimento, sendo que 72,84% dos atos de cecotrofia ocorreram entre às 6 horas e 12 horas enquanto os 27,16% restantes ocorreram entre as 0 e 6 horas. No Estudo II, capivaras, coelhos e catetos, apresentaram uma taxa de passagem (K_p) de 8,43, 9,34 e 11,79 %/hora, respectivamente, sendo que o K_p entre capivara e coelho não diferiram de forma significativa ($p > 0,05$), diferindo ambos do cateto ($p < 0,05$), mostrando que ambas as espécies possuem uma taxa de passagem (%/hora) mais lenta que o cateto, provavelmente, devido ao comportamento de cecotrofia. A fim de comparar a similaridade entre as curvas de excreção fecal dentre as espécies animais, foi realizado o teste t-Student comparando os coeficientes angulares (parâmetro “b”) das curvas, o qual mostrou que não houve diferença significativa ($t = 1,5$; g.l. = 177; $p > 0,05$) somente entre as curvas para capivara e coelho. Foi realizada uma análise multivariada de perfil, o que também permitiu a comparação das curvas de excreção fecal entre as espécies animais, em intervalos de tempos de coletas preestabelecidos. No primeiro intervalo (0 às 16 horas), assim como no segundo (16 às 32 horas), verificou-se que não houve diferença significativa apenas para capivara e coelho. No último intervalo (32 às 72 horas), as curvas entre capivara e cateto, capivara e coelho, e coelho e cateto, não mostraram diferença significativa. Em função dos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que a capivara realiza a cecotrofia, o que pode significar uma redução nos custos da produção desta espécie em cativeiro, por permitir a utilização de uma alimentação de baixos níveis protéicos e rica em fibra.

DETERMINATION OF THE OCCURRENCE OF CECOTROPHY IN CAPYBARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766)

Author: ALCESTER MENDES

Adviser: Prof. ABEL LAVORENTI

SUMMARY

This work was developed in the Department of Animal Production, of the - ESALQ/USP, Piracicaba-SP, with the object of verifying the occurrence of cecotrophy in capybaras and describing its behavior (Study I) and, to compare the excretion curves and the rates of passage of the digesta among capybaras, rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) - animals that perform cecotrophy, and collared peccaries (*Tayassu tajacu*) - animals that do not perform cecotrophy (Study II). In Study I, six adult female capybaras born and raised in captivity, with an average weight of $55,90 \pm 8,36$ kg, kept in individual pens, were observed for 96 consecutive hours ("everything for everybody " Altmann, 1974). In Study II, five females for each studied species were used: capybara, rabbit and peccary, also born and raised in captivity, with an average weight of $55,90 \pm 8,36$ kg, $3,4 \pm 0,57$ kg and $12,95 \pm 2,47$ kg, respectively, introduced in individual pens (capybara and collared peccary) and individual metabolic cages (rabbits), where a total collection of feces was carried out at intervals of 4 hours for a total of 96 hours (experimental design "Split-block ", Steel & Torrie, 1980). A marker (chromium mordant) was administered to the animals that made it possible to compare the rate passage for solid phase and fecal excretion curves among the studied species. In the Study I, the capybaras performed 243 acts of cecotrophy, occurring

between 10h:48min and 11h:44min after food was supplied, 72,84% of the acts of cecotrophy occurred between 6 hours and 12 hours later, while the remaining 27,16% occurred between 0 hours and 6 hours later. In Study II, capybaras, rabbits and peccaries, showed a passage rate (K_p) of 8,43, 9,34 and 11,79% /hours, respectively. There was no significant difference in K_p between capybara and rabbit ($p > 0,05$), and both differed from peccaries ($p < 0,05$), showing that both species possess a slower passage rate (% /hour) than the peccaries, probably, due to cecotrophy behavior. In order to compare the similarity among the fecal excretion curves among the animal species, the t-Student test was performed comparing the angular coefficients (parameter "b") of the curves, which showed that there was no significant difference ($t = 1,5$; g.l. = 177; $p > 0,05$) only between the curves for capybara and rabbit. A multivariate profile analysis was carried out, which also allowed the comparison of the fecal excretion curves among the animal species, at preset collection time intervals. In the first interval (0 - 16 hours), as well as in the second (16 - 32 hours), no significant difference was verified only for capybara and rabbit. In the last interval (32 - 72 hours), the curves among capybara and peccaries, capybara and rabbit, and rabbit and peccaries did not show significant difference. In view of the results obtained in this work, it may be concluded that the capybara perform cecotrophy, which may mean a reduction of production costs for this species in captivity, by allowing the use of low level protein and fiber rich feed.

1 INTRODUÇÃO

A incorporação de espécies silvestres na produção pecuária brasileira tem despertado crescente interesse de instituições de pesquisa e produtores rurais nos últimos anos, devido ao aumento da demanda de produtos e subprodutos de origem animal. A necessidade de novas fontes protéicas para a população humana é de grande interesse social, pois as fontes de proteína animal atualmente disponíveis, são basicamente concentradas na exploração de bovinos, suínos e aves. Neste contexto, a utilização racional da fauna silvestre é um processo benéfico, por resultar em vantagens econômicas e sociais, e ao mesmo tempo proteger as espécies silvestres do perigo da extinção.

A redução da fauna é provocada de maneira intensa pela caça de subsistência e caça comercial. A caça de subsistência no entanto, é de grande importância para a sobrevivência de populações ribeirinhas e tribos indígenas que dependem da carne de animais silvestres para sua alimentação. Redford (1997) estimou em 14 milhões o número de mamíferos mortos no ano de 1980, por uma população rural de 2.847.000 pessoas da Amazônia brasileira numa área de 3.481.180 km². Isto mostra a extensão da caça de subsistência, a qual é freqüentemente ignorada ou subestimada pelos órgãos governamentais responsáveis.

Segundo o mesmo autor, a caça comercial é a segunda maior causa de redução da fauna, e a matança de animais vem sendo praticada há muito tempo,

envolvendo diversas espécies de acordo com a exigência do mercado (carne, pele ou couro, plumas e animais vivos) e sua disponibilidade. Entre 1960 e 1969, foram exportadas quase 500 mil couros de capivaras da Amazônia brasileira, e durante os anos 50 e 60, foram comercializadas 5 a 10 milhões de couros de jacarés no mundo todo, e entre 1946 e 1966 mais de 2 milhões de couros de cateto (*Tayassu tajacu*) e 800 mil de queixadas (*Tayassu pecari*) foram exportadas somente de Iquito, no Peru. Hoje em dia ainda há intenso comércio dessas espécies e de outras, embora em níveis mais reduzidos. Finalmente, a terceira causa principal do desaparecimento de animais de nossa fauna é a destruição de seus habitats para dar lugar à exploração agropecuária (Redford, 1997).

Uma forma de amenizar os danos provocados à fauna, seria através de um manejo racional que beneficiasse as espécies silvestres protegendo-as da extinção, e ao mesmo tempo, servindo como fonte de alimento e de renda para o homem. Deste modo, a criação de animais silvestres em condições de cativeiro, ou através de um plano de manejo extensivo, através de conhecimentos gerados por pesquisas em Instituições e sob a orientação de técnicos especializados, poderia favorecer em muito não só a sobrevivência da fauna, como também favorecer os homens que dela dependem e ao mesmo tempo protegeria o habitat dessas espécies beneficiando, indiretamente, outras espécies animais ou vegetais que dependem deste habitat (Nogueira-Filho, 1999).

Nos últimos anos, tem aumentado o número de criações comerciais de animais silvestres no Brasil, principalmente, nos estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo, sendo a carne comercializada em restaurantes e “boutiques de carnes” dos grandes centros urbanos (Nogueira Filho, 1996a).

Por serem animais pertencente à fauna silvestre brasileira, estão protegidos pela Lei de Proteção à Fauna (Lei 5.197, de 03 de janeiro de 1967), sendo o

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, quem atualmente regulamenta a exploração econômica desses animais através de portarias.

Entre os animais silvestres brasileiros, a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) é apontada como uma espécie de elevado potencial reprodutivo e com notável distribuição em toda extensão do território brasileiro (Parra et al., 1978; Lavorenti, 1989; González-Jiménez, 1995), apresenta um grande potencial zootécnico para a produção de carne e couro (González-Jiménez, 1995). Outra vantagem da capivara é não competir com o homem pela alimentação, por ser um animal herbívoro.

* Na Amazônia, onde habitam as várzeas e os vales dos rios e igarapés, são caçadas pelo homem ribeirinho que acostumado a comer peixe, considera sua carne uma preciosidade (Alho, 1986).

A capivara é um animal muito prolífero, apresentando característica de rusticidade, docilidade, facilidade de adaptação às condições de cativeiro, e que foi estudada durante 14 anos, entre 1985 e 1998, pelo Centro Interdepartamental de Zootecnia e Biologia de Animais Silvestres - CIZBAS, do Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

Na Venezuela e Colômbia a exploração racional dessa espécie vem sendo realizada há muito tempo. As capivaras são manejadas através de um sistema extensivo de produção nos “llanos”, e uma cota de 30% da população é anualmente abatida para consumo (Alho, 1986; Ojasti, 1991).

A criação de capivaras é uma alternativa para o aproveitamento de áreas improdutivas de propriedades rurais, consideradas marginais por razões edafológicas que impedem o seu aproveitamento para a agropecuária tradicional, e pode ser mais uma fonte de renda integrada às atividades atuais da propriedade,

além de que a capivara é uma espécie animal nativa e adaptada ao ambiente. Esta e outras espécies de nossa fauna silvestre são consideradas como fonte de proteína animal pelas populações da região, não havendo necessidade da criação de um mercado para o produto (Nogueira-Filho, 1996a).

A capivara é um herbívoro monogástrico (estômago simples) com fermentação pós-gástrica, possuindo no intestino grosso um grande ceco funcional onde ocorre a fermentação microbiana, com alta eficiência na utilização de alimentos volumosos (Ojasti, 1973; Cheek, 1987; Bernardi, 1993; González-Jiménez, 1977b).

Parra et al. (1980) afirmam que a capivara possui uma excelente capacidade mastigadora e grau de trituração extraordinário das forrageiras. Seus incisivos permitem a ingestão de gramíneas de porte baixo (crescimento prostrado) em pastagens naturais, sendo um animal muito seletivo dos vegetais que consome (Ojasti, 1973; González-Jiménez, 1977a; Alho et al., 1987).

Apesar de vários estudos sobre a fisiologia digestiva deste animal (González-Jiménez et al., 1976; McLure, 1976; Bernardi, 1993; Andrade, 1996; Borges et al., 1996), ainda há controvérsias de como a capivara faz para manter um equilíbrio protéico tão eficiente, sendo pouco claro como ela utiliza o nitrogênio produzido no ceco. Através de um estudo etológico em capivaras selvagens (Herrera, 1985), foram obtidas evidências de um comportamento semelhante ao de cecotrofia comum em coelhos (*Oryctolagus cuniculus*). Também foi identificada a ocorrência de dois tipos de fezes eliminadas pela capivara, uma ovalada e outra disforme e de consistência pastosa, sendo esta última mais rica em proteína e com menor teor de fibra que a primeira (Mendes et al., 1996). Um estudo realizado com capivaras mantidas em cativeiro, entretanto, concluiu que esta espécie não realizaria a cecotrofia (González-Jiménez et al., 1976).

É necessário, portanto, analisar se a capivara aproveita e de que forma o material cecal, onde inúmeros microorganismos presentes no ceco deste animal (McLure, 1976; Borges et al., 1996), promovem a degradação da celulose e hemicelulose presentes nos vegetais, resultando entre os produtos desta fermentação, proteína microbiana e vitaminas (Cheek, 1987; Van Soest, 1994) que poderiam ser utilizados pelo hospedeiro. Esta utilização poderá representar a redução dos custos de alimentação e, conseqüentemente, de produção desta espécie.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- Verificar a ocorrência e descrição do comportamento de cecotrofia em capivaras;
- Comparar as curvas de excreção e as taxas de passagem da digesta entre capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris*), coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) - animais que realizam cecotrofia - e catetos (*Tayassu tajacu*) - animais que não realizam cecotrofia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características gerais da capivara (*H. hydrochaeris hydrochaeris* L 1766)

O Brasil é relativamente pobre em mamíferos de grande porte, mas em compensação apresenta a maior espécie de roedor conhecida no mundo, a capivara (Alho, 1986; Mones & Ojasti, 1986), que é um animal de grande interesse para América do Sul, tanto como recurso para a produção de carne quanto para a produção de couro (Ojasti, 1991; González-Jiménez, 1995).

A capivara tem sido explorada intensamente durante muito tempo, vivendo em abundância em toda a América do Sul (Ojasti, 1991). Vários estudiosos tem pesquisado este roedor que apresenta um grande potencial biológico de adaptação à temperaturas elevadas e ambientes encharcados (González-Jiménez, 1977b).

Mamífero, pertencente à ordem RODENTIA, subordem CAVIOMORPHA, superfamília CAVIOIDEA, família HYDROCHOERIDAE e à subfamília HYDROCHOERINAE e ao gênero HYDROCHOERUS. Roedor herbívoro com estômago simples e ceco funcional onde ocorre fermentação pós-gástrica (Ojasti, 1973; González-Jiménez, 1995). É um animal da América tropical, sua distribuição geográfica ocorre desde o leste da Colômbia, Venezuela, e nas Guianas, no norte da América do Sul; Amazônia Equatoriana, Peru, e Bolívia; Brasil, Paraguai, Uruguai, e nordeste da Argentina. Sua distribuição

inclui ainda as bacias dos rios Orinoco, Amazonas, São Francisco e Plata (Mones & Ojasti, 1986).

Em uma reunião com os principais técnicos envolvidos em pesquisas com essa espécie, convencionou-se denominar *Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris* a subespécie brasileira, *Hydrochoerus hydrochaeris isthmius* a subespécie venezuelana e *Hydrochoerus hydrochaeris uruguayensis* a subespécie uruguaia e argentina (FAO, 1987).

Dependendo da região onde se encontra, a capivara recebe outras denominações, como chigüirre na Venezuela, poncho no Panamá, carpinchos na Argentina e Uruguai, capybara nos EUA, wasserschwein na Alemanha, water zwyn na Holanda, sendo numerosos os nomes comuns, muitos deles de origem indígena (Mones & Ojasti, 1986; González-Jiménez, 1995).

A capivara adulta é um animal que pode chegar a 1,5 m de comprimento, com 60 cm de altura, possuindo um peso médio de 40 - 50 kg, e podendo chegar até aos 90 kg (Mones & Ojasti, 1986; Ojasti, 1973; FAO, 1987; González-Jiménez, 1995). Seu corpo é maciço e coberto de pêlos, apresentando forma arredondada, cabeça prolongada de forma retangular, com orelhas pequenas e sem pêlos, com pescoço curto e grosso, possuindo os olhos e as narinas em um mesmo plano na cabeça, e permitindo expor-se o mínimo possível quando presente na água (Ojasti, 1973; Nogueira-Filho, 1996a).

As patas anteriores possuem quatro dedos e as posteriores três, todos os dedos são unidos entre si por uma pequena membrana natatória e são dotados de unhas fortes e grossas, permitindo a capivara nadar com facilidade (Ojasti, 1973; Nogueira-Filho, 1996a)

Não há dimorfismo sexual na capivara, sendo necessário a realização da sexagem para expor externamente o órgão genital. Este animal apresenta um único orifício externo, uma prega cutânea recobrindo o órgão excretor, urinário e

genital. Os testículos ficam aderidos ao abdome, não sendo visíveis em animais jovens ou adultos, pois a capivara não possui escroto (Ojasti, 1973).

Uma característica secundária na determinação do sexo, é a presença de uma glândula sebácea proeminente presente sobre o focinho nos machos adultos (Ojasti, 1973). Esta glândula, porém, desenvolve-se quando o macho possui atividade sexual constante, relacionada também com a estrutura social do grupo, muitas vezes presente apenas no macho dominante do grupo, o reprodutor.

2.2 Reprodução da capivara

A capivara possui uma elevada fecundidade, podendo ter até dois partos por ano em condições de cativeiro, e a sua média de cria por parto é de 4 filhotes, com uma taxa de mortalidade de 10% até o desmame (Nogueira-Filho, 1996a).

Os resultados de Parra et al. (1978), indicam que esta espécie animal se reproduz com facilidade em confinamento e ainda possui alto potencial reprodutivo. Dados semelhantes foram obtidos por Lavoretti (1989) durante cinco anos de estudos com capivaras em cativeiro no Centro Interdepartamental de Zootecnia e Biologia de Animais Silvestres – CIZBAS/ ESALQ/ USP, onde ocorreu a primeira parição com idade média de 790 dias, com intervalo mínimo entre partos de 150 dias e média de 283 dias, nascendo de 1 a 8 filhotes por parição, embora haja maior frequência de ninhadas com 3 filhotes.

Ojasti (1973) determinou em capivaras de vida livre na Venezuela, que tanto o macho quanto a fêmea atingem a maturidade sexual por volta de 30 - 40 kg de peso vivo, e com 1,5 a 2,0 anos de idade.

Lopez (1993) determinou a ocorrência da puberdade entre 10 e 12 meses de idade, e peso entre 15 e 20 kg. Este mesmo autor estimou que o ciclo estral da

capivara pode durar de 7 a 9 dias e a gestação de $150,6 \pm 2,8$ dias (Lopez, 1980), contudo vários autores relataram como sendo de 115 - 125 dias o período de gestação (Zara, 1973; Fuerbringer, 1974; Trebbau, 1980)

A incidência de fêmeas gestantes foi maior em capivaras com peso vivo em torno de 50 a 60 kg apresentando em média 1,5 partos ao ano, observando uma maior proporção de fêmeas prenhes nos meses de abril e julho e uma menor entre os meses de dezembro e março (estação seca) (Ojasti, 1973).

Para Alho et al. (1987) a parição ocorre após um período de 147 dias de gestação, constatando, também, que a extensão do período de gestação possa ser influenciada por fatores sociais e ambientais. Na região do pantanal de Poconé em Mato Grosso, segundo Alho (1986), as capivaras de ambos os sexos atingem a maturidade sexual com cerca de 30 kg, com idade de 15 a 18 meses, e se reproduzem durante o ano todo, havendo um pico de parição no final da estação chuvosa (março a abril) e outro no pico da estação seca (julho a agosto).

Segundo Nogueira-Filho et al. (1996b) na região sudeste do Brasil (CIZBAS/ ESALQ/ USP), observaram-se nascimentos ao longo do ano, havendo, no entanto, maior concentração de partições nos meses de novembro a janeiro (68,22%), uma época de grande disponibilidade de alimento (forragem), devido a estação das chuvas, e uma menor concentração (31,78%) de partições nos meses de fevereiro a outubro.

Para Ojasti (1973) embora as partições sejam freqüentes o ano todo na Venezuela, não se pode excluir uma influência estacional, visto que as capivaras perdem peso e produzem menos filhotes na estação seca do ano.

González-Jiménez (1995) afirma que as capivaras por possuírem elevada fecundidade e fertilidade tornam-se as mais prolíferas dos herbívoros, sendo de grande importância sua exploração zootécnica.

2.3 Fisiologia digestiva da capivara

Um aspecto na atividade digestiva da capivara é a sua excelente capacidade mastigadora e trituradora das forragens (Parra et al., 1980). A dentição da capivara é idêntica a de outros roedores, apresentando 4 incisivos bem desenvolvidos, de 6 a 7 cm de comprimento, ausência de caninos, e possui de cada lado 4 dentes molariformes, com a seguinte fórmula dentária: incisivos 1/1, caninos 0/0, pré-molares 1/1, molares 3/3, totalizando 20 peças (Escobar & González-Jiménez, 1972; Mones & Ojasti, 1986; González-Jiménez, 1995).

Este herbívoro monogástrico apresenta um processo de trituração que permite uma elevada eficiência na extração de substâncias solúveis (González-Jiménez, 1995) e na fermentação pós-gástrica dos carboidratos estruturais, desempenhando papel fundamental no seu processo digestivo.

Os alimentos volumosos representam a maior parte da alimentação das capivaras, e estas utilizam-se de processos fermentativos para o seu melhor aproveitamento (Ojasti, 1973). Estes processos fermentativos são realizados por populações de microorganismos (bactérias e protozoários) que se alojam no trato digestivo posterior, mais precisamente no ceco, promovendo uma relação de mutualismo com o hospedeiro (González-Jiménez & Parra, 1971).

McLure (1976) determinou a incidência de ciliados no ceco de 97 capivaras na Venezuela, demonstrando que existe uma população microbiana abundante e heterogênea composta por: *Cycloposthium caudatum*, *C. compressum*, *C. cristatum*, *C. elongatum*, *C. hydrochoeri*, *C. incurvum*, *C. magnum*, *C. minutum*, *Hidrochoerella intestinalis*, *Muniziella cunhai*, *Protohalha uncinata*.

Borges et al. (1996) determinaram a presença de altas concentrações de bactérias celulolíticas e não celulolíticas e protozoários no ceco e cólon de

capivaras, sendo semelhantes àquelas obtidas no rúmen de bovinos.

Garrod (1876) observando algumas peculiaridades do ceco das capivaras, afirmou ser um exagero extremo o seu tamanho.

González-Jiménez & Parra (1971) estudando as características do trato digestivo das capivaras, determinaram que o ceco corresponde a porção mais importante, pois representa 74% de todo o trato gastrointestinal e com pH médio de $6,03 \pm 0,29$, isto pode gerar um ambiente propício para a fermentação microbiana, processo através do qual seriam digeridos os carboidratos estruturais (celulose e hemicelulose) que compõem a maior parte das forragens, afirmam os autores.

Baldizán et al. (1983) estudando a digestão em capivaras, forneceram aos animais forragem (*Pennisetum purpureum*) e ração concentrada, e determinaram que o pH do ceco em ambos os tratamentos, 6,6 e 6,3 respectivamente, estavam dentro de um limite adequado para uma fermentação microbiana.

Baldizán et al. (1983) também determinaram que em ambas as dietas (forragem e ração concentrada) fornecidas para capivaras, as concentrações de ácidos graxos voláteis no ceco foram 44 mM/l (83% acético, 15% propiônico e 2% butírico) e 41 mM/l (81% acético, 14% propiônico e 4% butírico) respectivamente, sendo menores do que aquelas observadas no rúmen de carneiros alimentados com forragem. Os mesmos autores afirmam que os resultados obtidos em relação ao pH e a produção de ácidos graxos voláteis, indicam uma ativa fermentação microbiana no ceco.

Borges et al. (1996) descobriram em capivaras uma concentração média de $107 (\pm 33)$ mM/l de ácidos graxos voláteis (73% acético, 11% propiônico e 17% butírico), durante três períodos de coleta (manhã, tarde e noite).

2.3.1 Utilização da proteína microbiana

De acordo com Van Soest (1994), a fermentação pós-gástrica em não ruminantes, pode ocorrer no ceco (roedores e lagomorfos) ou no cólon (eqüinos, paquidermes etc.). A fermentação nestes animais, possui muitas similaridades com a fermentação no rúmen, em relação às espécies microbianas e produtos microbianos, sendo de grande importância no balanço do nitrogênio em todos os animais que possuem fermentação intestinal. Segundo o mesmo autor, o efeito desta fermentação sobre o balanço do nitrogênio é maior em espécies com grande capacidade de fermentação e de menor importância em espécies com menor capacidade de fermentação.

Em herbívoros pós-gástricos, os ácidos graxos voláteis produzidos no intestino grosso, particularmente acético, propiônico e butírico, são absorvidos pela corrente sangüínea através da parede do cólon, na forma de ácidos livres (Van Soest, 1994), entretanto, é pouco claro como lhes seria possível a utilização da proteína microbiana originada no ceco ou cólon após a fermentação.

Slade et al. (1970), propôs um ciclo do metabolismo de nitrogênio em cavalos onde a utilização da proteína microbiana é pouco conhecida.

Schurg et al. (1977) afirmam que o cavalo é um fermentador pós-gástrico, e seu maior sítio de fermentação é o extenso cólon, sendo a fibra digerida com maior eficiência no cavalo do que em coelho. Normalmente, os cavalos não praticam a coprofagia, embora a façam, quando alimentados com dietas de baixo nível protéico. Observaram ainda apetite depravado (consumo de madeira e outros materiais) e coprofagia (consumo de fezes), em cavalos adultos alimentados (com 1,2% do peso corporal) durante 90 dias, com peletes feitos a partir do pé inteiro do milho, contendo (6,2% de proteína bruta).

Em coelhos, ou lagomorfos, é comum a utilização da proteína microbiana originada no ceco. Cheeke (1987) comenta que a terminologia mais correta seria cecotrofia, ingestão de conteúdo cecal, e não coprofagia, ingestão de fezes. Proto (1984) afirma que a cecotrofia não deve ser confundida com a coprofagia, pois nesta última há apenas a produção de um tipo de excreta (fezes), representando um desvio de comportamento, quase sempre em consequência da carência alimentar quantitativa e, ou, qualitativa.

No processo de cecotrofia em coelhos, ocorre uma separação entre as partículas maiores (fibrosas) das partículas menores (fluidas) no cólon, onde movimentos peristálticos movem a ingesta para fora do cólon; assim as partículas maiores, de natureza menos densa, tendem a se acumular no lúmen e são eliminadas rapidamente como fezes, enquanto as partículas menores (não fibrosas), de natureza mais densa, tendem a se acumular nas saculações da parede do cólon. Contrações antiperistálticas nas saculações (arranjo de fibras musculares circulares) promovem a movimentação do material de maneira retrógrada para o ceco; deste modo, as partículas menores ficam retidas, possibilitando maior tempo para a fermentação (Cheek, 1987).

Em coelhos, o conteúdo cecal após sofrer fermentação microbiana, é excretado à noite, denominado cecotrofe ou fezes noturnas. O cecotrofe dos coelhos é diferente das fezes normais por ser excretado aglutinado e envolto por uma película de muco de alto teor de nitrogênio, possuindo coloração mais clara, sendo ingerido inteiro e tomado diretamente do ânus. Também difere das fezes normais por ser mais rico em proteína (de alto valor biológico), vitaminas, água, e mais pobre em fibra (Tabela 1). O coelho ingere com o cecotrofe uma quantidade de 30% de nitrogênio diário, e que assume um notável significado nutricional em consideração a elevada digestibilidade de aminoácidos essenciais (Proto, 1984).

Tabela 1. Comparação da composição do cecotrofe e fezes normais em coelhos.

Componentes (%)	Conteúdo Cecal	Cecotrofe	Fezes Normais
Proteína Bruta	36.4	37.8	14.8
Extrato Etéreo	1.8	1.5	1.8
Cinza	15.4	14.3	14.8
Fibra Bruta	13.4	14.3	27.8

Fonte: Cheeke et al. (1987)

2.3.2 Cecotrofia em capivara

Bernardi (1993) comenta que podem ocorrer dois processos para a utilização da proteína microbiana pelas capivaras: a reingestão do conteúdo após a fermentação pós-gástrica no ceco, sofrendo novamente digestão enzimática (estômago) e absorção no trato digestivo posterior (cecotrofia); ou a digestão e absorção de proteína microbiana no intestino grosso.

Parra, citado por González-Jiménez (1995), propõe também duas hipóteses para explicar o metabolismo do nitrogênio em capivaras: a autólise da microflora e a coprofagia (cecotrofia). Entretanto, afirma que a capivara como animal herbívoro de tamanho médio, com requerimentos energéticos relativamente baixos, com uma alta ingestão de forragem, e com uma trituração muito eficiente da forragem consumida, não necessitaria praticar a cecotrofia.

Leal Medina, citado por González-Jiménez (1995), em relação a primeira hipótese, constatou que na entrada do ceco há uma área mais vascularizada de parede mais grossa, onde poderia ocorrer a autólise e absorção de proteína microbiana.

González-Jiménez et al. (1976) tentaram detectar a cecotrofia em capivaras, comparando a taxa de passagem da digesta da capivara com a de ovino (*Ovis aires*) - que não realiza a cecotrofia - e com a de coelho - que realiza a cecotrofia. Para isso, foram colocados em gaiolas metabólicas três animais de cada espécie, fornecendo cápsulas de óxido de cromo administradas em dose única, funcionando como marcador, sendo coletadas as amostras de fezes a cada três horas num total de 120 horas de coleta. Depois de analisadas as amostras, os autores compararam as curvas acumulativas de excreção fecal de óxido de cromo, e concluíram que a capivara não pratica a cecotrofia, pois sua curva de excreção fecal foi muito similar a do ovino, diferindo da do coelho com curva de excreção em patamares.

Herrera (1985) observou a ocorrência da prática de cecotrofia em capivaras através de estudos comportamentais realizados em condições naturais. A cecotrofia foi observada em adultos e jovens, de ambos os sexos, com seqüência de movimentos de reingestão semelhantes aos descritos para coelhos. Também verificou que este comportamento era mais freqüente logo pela manhã, e de maior ocorrência no período da seca, quando a alimentação natural era escassa e pobre em nutrientes.

Silva Neto (1990) conduziu um trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de proteína bruta (13,5; 17,0 e 20,5 %) em rações isocalóricas, sobre a performance de crescimento de capivaras em cativeiro. Os resultados não evidenciaram diferenças significativas no ganho de peso, consumo de matéria seca e conversão alimentar entre os tratamentos testados. Nesta mesma linha de pesquisa, Andrade (1996) utilizou capivaras no período de maior crescimento, ou seja, no período de maior exigência protéica, e também não determinou diferença significativa entre o ganho de peso dos animais para os diferentes níveis de proteína bruta (13,5 e 20 %) e energia bruta (4.000 e 4.500

kcal) que testou. Este último autor infere algumas hipóteses sobre a não significância das diferenças entre o maior e o menor nível protéico, entre elas a possível realização do comportamento de cecotrofia. Afirma que, embora não tenha observado este comportamento nos animais do experimento, é possível que os animais tenham se utilizado desse mecanismo em horários mais tranquilos e, ou, durante a noite, quando não era possível observá-los.

Nos estudos do Centro Interdepartamental de Zootecnia e Biologia de Animais Silvestres, do Departamento de Zootecnia - CIZBAS/ ESALQ/USP, observou-se em capivaras adultas e jovens de ambos os sexos mantidas em cativeiro, um padrão comportamental típico de animais que fazem cecotrofia, como o coelho, além da presença de dois tipos de fezes, uma ovalada em forma de peletes individualizados de coloração verde oliva (fezes normais) e outra disforme de consistência pastosa e coloração mais clara. Com o objetivo de comparar a composição desses excrementos disformes das fezes normais, foi realizado por Mendes et al. (1996), um experimento no qual foi fornecido *ad libitum* às capivaras três dietas: apenas ração, ração e forragem (*Pennisetum purpureum*) e apenas forragem. Durante o experimento foram feitas amostragens dos dois tipos de excrementos e posteriormente foi feita análise bromatológica, sendo encontrado a presença média de 37,35% de proteína a mais nos excrementos disformes, possível “cecotrofe”, e uma maior quantidade de fibra (constituintes da parede celular) nas fezes ovaladas, que variaram de acordo com o tipo de dieta fornecida.

A associação de dados comportamentais e de análise bromatológica dos tipos de excrementos eliminados, indicam que a capivara pode realizar a cecotrofia, o que precisa ser confirmado com estudos complementares.

Pretende-se, portanto, neste estudo determinar a ocorrência da cecotrofia em capivaras a partir da observação direta de sua realização através de um estudo

comportamental e através da comparação da curva de excreção fecal destes animais, com as curvas de excreção fecal de catetos (animais que não realizam a cecotrofia) e de coelhos (animais que realizam a cecotrofia) utilizando-se como marcador uma dose única de cromo mordante.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Considerações gerais

O presente trabalho foi dividido em dois estudos. Estudo I: Descrição do comportamento de cecotrofia em capivaras (*H. hydrochaeris hydrochaeris*) e Estudo II: Análise comparativa das curvas de excreção fecal e da taxa de passagem da fase sólida entre capivaras, coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) e catetos (*Tayassu tajacu*).

No Estudo I, os animais foram observados para descrever o comportamento da cecotrofia em capivaras, verificar seu período de maior ocorrência e estabelecer o tempo de duração.

No Estudo II, foi administrado aos animais um marcador (cromo mordante) que possibilitou a comparação da taxa de passagem da fase sólida e comparação das curvas de excreção fecal entre as espécies estudadas, para verificar as diferenças e similaridade das mesmas e auxiliar na determinação da ocorrência da cecotrofia em capivaras.

3.1.1 Local

O presente estudo foi conduzido com animais em cativeiro nas instalações

experimentais do Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/ USP, Campus de Piracicaba, Estado de São Paulo.

As análises químico-bromatológicas da ração experimental e a digestão das amostras de excreção fecal em bloco digestor, foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Produção Animal – ESALQ/USP. As concentrações de cromo (ppm) em matéria seca das excreções fecais foram determinadas através de espectrofotômetro por absorção atômica, no laboratório Central da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ UNESP, Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo.

3.1.2 Animais

Durante o estudo de observação comportamental (Estudo I), foram utilizadas seis capivaras fêmeas e adultas nascidas e criadas em cativeiro, pesando em média $55,90 \pm 8,36$ kg.

Para comparação das curvas de excreção fecal e determinação da taxa de passagem da fase sólida (Estudo II), foram utilizados cinco fêmeas para cada uma das três espécies estudadas: capivara, coelho e cateto, com peso vivo médio de $55,90 \pm 8,36$ kg, $3,4 \pm 0,57$ kg e $12,95 \pm 2,47$ kg, respectivamente. Para a realização deste estudo também foram utilizados animais nascidos e criados em cativeiro.

3.1.3 Dieta experimental

Foi fornecido a todos os animais, uma única dieta a base de ração

experimental (Tabela 2) com 7,04% de proteína bruta (PB) e 10,5% de fibra bruta (FB) e capim elefante (*Pennisetum purpureum*), variedade napier com 7,0% PB e 29,57% FB, com idade de corte de 60 dias (Tabela 3). A água foi fornecida *ad libitum*. Os níveis de proteína bruta e fibra bruta da ração experimental, foram baseados nas exigências nutricionais mínimas para manutenção de coelhos segundo o National Research Council - NRC (1984), pois entre as espécies animais utilizadas, o coelho é que apresenta maior exigência em fibra.

Tabela 2. Composição percentual da ração experimental fornecida aos animais.

INGREDIENTES	%
Milho	67,67
Feno de <i>Coast cross</i> (<i>Cynodon spp.</i>)	30,18
Farelo de Soja	1,39
Calcário	0,76
TOTAL	100

A ração foi peletizada para facilitar a apreensão do alimento pelos animais e para evitar que os mesmos selecionassem os ingredientes. O tamanho dos peletes era 0,30 cm de diâmetro e 1,0 cm de comprimento. A moagem do feno de capim coast cross (*Cynodon spp.*) presente na ração experimental foi feita em moinho de martelo em peneira de 10,00 mm.

As amostras da ração e do volumoso, coletadas durante o período experimental, foram submetidas às análises químico-bromatológicas, apresentando a seguinte composição:

Tabela 3. Composição químico-bromatológica da ração experimental e do capim elefante (*Pennisetum purpureum*).

NUTRIENTES	TRATAMENTO	
	% na MS à 105 ° C	
	Ração experimental	Capim Elefante
Matéria seca à 105 ° C	88,74	26,30
Matéria orgânica	85,13	14,45
Proteína bruta	7,04	15,68
Fibra bruta	10,50	30,54
Extrato etéreo	1,18	3,65
Matéria mineral	3,61	11,85
Extrato não nitrogenado	77,67	38,28
Fibra detergente neutro (F.D.N.)	28,49	74,16
Fibra detergente ácido (F.D.A.)	13,92	38,966
Hemicelulose	14,57	23,52
Lignina	2,18	4,85
Celulose	11,74	36,41

3.1.3.1 Marcador

Foi utilizado o método do cromo mordante, descrito por Udén et al. (1980), que consiste na remoção do conteúdo celular de uma forragem, adição de solução de dicromato de sódio ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) e outra de ácido ascórbico, resultando num total de cromo presente na fibra, equivalente entre 12 a 14 % do peso do volumoso. Este marcador foi utilizado durante o período experimental para

determinação da taxa de passagem e comparação das curvas de excreção fecal entre as espécies animais. Para este fim foi misturado à ração experimental, substituindo parte da fibra da ração pela fibra marcada, sendo fornecido peletizado uma única vez (dose única) aos animais.

O volumoso a ser mordantado foi o feno de capim *coast cross*, obedecendo o método já citado. As quantidades do feno marcado e moído introduzidas na ração experimental, foram calculadas de acordo com a capacidade de ingestão de matéria seca de cada espécie animal experimental em relação a capacidade de ingestão de matéria seca para bovinos, espécie para a qual o método foi desenvolvido. Foram fornecidos 50, 10,8 e 2,5 g/animal da fibra marcada para as capivaras, catetos e coelhos, respectivamente.

3.1.4 Instalações

Os estudos I e II foram realizados nas mesmas condições experimentais. As capivaras e os catetos foram introduzidos em baias experimentais individuais com 12 m² (2,00 m X 6,00 m) de área cada, contendo um abrigo de alvenaria de 2 m² (2,00 m X 1,00 m) de área, coberto com telhas de amianto, possuindo um comedouro e um bebedouro, e uma área de exercício não coberta de 10 m² (2,00 m X 5,00 m) com piso de concreto, sendo todas as baias cercadas por tela-alambrado (fio número 12 e malha de 5,00 cm) com 1,60 m de altura sustentada por mourões de concreto a cada 2,50 m (Figura 1).

Os coelhos foram mantidos em gaiolas metabólicas individuais feitas de arame galvanizado com 0,80 m de profundidade, 0,60 m largura e 0,40 m de altura (Figura 2). As gaiolas foram equipadas com comedouro automático, tipo túnel e bebedouro.

Figura 1 - Baias experimentais individuais para capivaras e catetos.

Figura 2 - Gaiolas metabólicas individuais para coelhos.

3.2. Condução dos experimentos

Em ambos os Estudos, os animais foram pesados e receberam tratamento contra endoparasitos através de vermifugação oral à base de febendazole, sendo então colocados nas instalações experimentais, que foram previamente limpas e higienizadas como uso de lança-chamas.

Durante o período de adaptação de 10 dias às novas condições ambientais, o fornecimento da dieta experimental foi realizado uma única vez ao dia, às 17 horas, e foi ajustado para cada espécie através do consumo mínimo, sendo fornecido 0,60 , 0,15 e 0,40 kg de ração experimental e 5,0 , 0,30 e 0,50 kg de volumoso (*Pennisetum purpureum*), com idade de corte em torno de 60 dias, para capivaras, coelhos e catetos, respectivamente, e a água foi fornecida “*ad libitum*”.

Para melhor visualização dos animais durante o período noturno, a iluminação foi feita com lâmpadas incandescentes de 220 volts e 40 watts, alimentadas por rede elétrica de 110 volts, o que proporcionou uma iluminação mínima e adequada para as observações e coletas fecais e, aparentemente, não causou maiores distúrbios aos animais.

Durante este período foram registrados todos os comportamentos realizados pelos animais (observações *ad libitum*, Altmann, 1974), sendo verificada a ocorrência do comportamento de cecotrofia em capivaras e coelhos.

Estudo I:

Após o período de 10 dias de adaptação à alimentação, instalações e à presença do observador a uma distância de aproximadamente 7,0 m, as capivaras foram observadas diuturnamente durante 96 horas consecutivas quando, então, registrou-se todas as ocorrências do comportamento de cecotrofia (“tudo para todos” Altmann, 1974). Utilizou-se um gravador portátil para identificação do

animal que realizava o comportamento, o registro do horário de sua ocorrência e descrição da sequência comportamental. Também foi possível determinar a duração deste comportamento com o auxílio de um cronômetro digital.

Estudo II:

Foi realizado em 3 etapas, sendo a primeira com capivaras, seguida por catetos, e por fim, com coelhos, havendo um intervalo de 5 dias entre uma etapa e outra.

Após o período de adaptação os animais consumiram uma dose única do marcador cromo mordante às 17 horas. A partir deste horário iniciou-se a coleta total de fezes durante os quatro dias subseqüentes, obedecendo-se os seguintes tempos: 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72, 76, 80, 84, 88, 92 e 96 horas, repetindo-se o mesmo procedimento para cada etapa.

As amostras fecais das capivaras e dos catetos foram coletadas diretamente do piso concretado; já para os coelhos as amostras fecais foram recolhidas das bandejas de coleta fixadas nas gaiolas metabólicas. Todas as amostras foram colocadas em sacos plásticos identificados com o número da baia ou gaiola, data e tempo de coleta de cada, e armazenadas em refrigeração à temperatura de -20°C .

3.2.1 Frações analisadas

Todas as amostras dos alimentos e das fezes foram trituradas em moinho Wiley com peneira de 1 mm. As amostras foram colocadas em estufas à temperatura de 60°C e posteriormente à temperatura de 105°C para correção em matéria seca.

3.2.1.1 Análise da ração experimental

Os métodos analíticos utilizados para a análise da ração experimental, determinando matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e extrativo não nitrogenado (ENN), foram os descritos pela Association of Official Agricultural Chemists (A.O.A.C., 1980). A matéria orgânica (MO) foi determinada pela diferença entre MS e MM.

As determinações de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), foram realizadas de acordo com o método descrito por Goering & Van Soest (1970). A hemicelulose (HEM) foi determinada pela diferença entre FDN e FDA, e a celulose (CEL) pela diferença entre FDA e LIG.

3.2.1.2 Análise das amostras fecais

Para determinação do cromo mordante recuperado das fezes, foi utilizada metodologia desenvolvida por Marc Able, na Universidade do Arizona – EUA, apresentada por Pereira & Rossi (1997). As concentrações de cromo nos extratos, obtidas de acordo com a metodologia já citada, foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica utilizando o gás acetileno como combustível, conforme a metodologia descrita por Williams et al. (1962).

3.3 Análises estatísticas

Estudo I:

Para analisar o período de maior ocorrência do comportamento de

cecotrofia em capivaras, utilizou-se o teste do qui-quadrado (χ^2), através do Microsoft Excel (1997).

Estudo II:

No Estudo II foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso para análise de variância individual, e “Split-block” (Steel & Torrie, 1980) para análise de variância geral.

3.3.1 Análise de variância

As análises de variância individual e geral entre as espécies animais foram realizada pelo procedimento GLM (General Linear Models) do SAS (Statistical Analyses System), versão 6.12 (1996).

As médias percentuais de cromo mordante acumulado, obtidas na matéria seca das excreções fecais das espécies animais, foram submetidas à análise pelo teste de Duncan (Duncan's Multiple Range Test) ao nível de 5 % de probabilidade, através do programa de análises estatísticas SAS (Statistical Analysis System), versão 6.12 (1996), para comparar os intervalos de tempo (Δt) de excreção acumulada de cromo entre as espécies animais.

3.3.1.1 Análise de variância individual

As espécies animais foram avaliadas individualmente seguindo o delineamento de blocos ao acaso, onde o tratamento foi o tempo de coleta e os animais as repetições. O objetivo dessa análise foi determinar a existência de

diferenças significativas do comportamento dos animais em função do tempo, em relação à quantidade de cromo obtida na matéria seca das excreções fecais em cada uma das espécies. Não havendo diferenças no esquema analítico, aceita-se a hipótese de nulidade, caso contrário, rejeita-se a hipótese de nulidade prosseguindo a experimentação com a finalidade de definir o comportamento dessas diferenças observadas. Para atingir este objetivo fez-se uso do seguinte modelo matemático linear:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + t_j + e_{(ij)}$$

onde,

μ = média geral;

β_i = efeito aleatório do $i^{\text{ésimo}}$ animal – repetição ($i = 1 \dots a$)

t_j = efeito fixo do $j^{\text{ésimo}}$ tempo de coleta ($j = 0 \dots p$)

$e_{(ij)}$ = efeito aleatório do erro experimental associado a $i^{\text{ésima}}$ repetição com o $j^{\text{ésimo}}$ tempo.

A análise de variância foi realizada em sistema computacional pelo procedimento GLM (General Linear Models) do SAS (Statistical Analyses System), versão 6.12 (1996), pelo fato dos dados não serem balanceados; desta forma os graus de liberdade são diferentes entre as espécies animais.

3.3.1.2 Análise de variância geral

Detectado o efeito significativo para o comportamento das excreções fecais dentro de cada espécie animal, o procedimento experimental teve

continuidade com o objetivo de determinar as diferenças para tal comportamento entre as espécies animais, onde a quantidade e o tempo de excreção são fatores discriminatórios nessa diferenciação. O delineamento estatístico para execução experimental, com objetivo de detectar diferenças entre as espécies, foi o de “Split-block”, formado por três tratamentos: espécies animais, tempos de coleta e a interação espécie x tempo, sendo considerados como repetição os animais de cada espécie, de acordo com o seguinte modelo matemático linear:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + e_{a(ij)} + C_k + e_{b(ik)} + PC_{(jk)} + e_{(ijk)}$$

onde,

Y_{ijk} = representa a quantidade de cromo obtido nas excreções fecais do i ésimo animal da j ésima espécie no k ésimo tempo;

μ = média geral;

A_i = efeito aleatório do i ésimo animal como repetição ($i=1\dots r$);

P_j = efeito fixo da j ésima espécie ($P=1\dots p$);

$e_{a(ij)}$ = efeito aleatório do erro A, associado a interação entre repetição (animais) por espécies;

C_k = efeito fixo do k ésimo tempo de coleta ($K=1\dots k$);

$e_{b(ik)}$ = efeito aleatório do erro B, associado a interação das repetições pelo tempo de coleta;

$PC_{(ij)}$ = efeito fixo de interação entre a i ésima espécie no k ésimo tempo de coleta;

$e_{(ijk)}$ = efeito aleatório do erro experimental.

O efeito de espécie foi testado pelo erro a (espécie x repetição), o efeito de

tempo pelo erro b (tempo x repetição) e a interação espécie x tempo pelo erro experimental. Esta análise foi realizada pelo procedimento GLM (General Linear Models) do SAS (Statistical Analyses System), versão 6.12 (1996).

3.3.2 Análise de regressão

As curvas de excreção acumulada de cromo mordante das diferentes espécies animais foram ajustadas através do modelo de regressão não linear, isto é, o modelo de Gompertz: $Y = a \cdot \exp(-\exp(b - c \cdot x))$

3.3.3 Taxa de passagem

Foi determinada taxa de passagem (%/h), tempo médio de retenção (horas), turnover e meia vida (*half life*) (horas), da excreção normal de cromo mordante (ppm) para capivaras, coelhos e catetos. Posteriormente, utilizou-se o teste de “Duncan” para comparação das médias entre as espécies.

A taxa de passagem (K_p) foi obtida através da regressão linear do logaritmo neperiano a partir do tempo de coleta, onde se observou o pico de excreção de cromo mordante nas fezes (exame visual), até o tempo de coleta em que se observou uma constante da menor concentração de cromo eliminado, ou seja, a porção descendente da curva de excreção, sendo o valor de K_p o coeficiente angular da regressão linear (Grover & Williams, citados por Colucci et al., 1990). A partir de K_p foi calculado o tempo médio de retenção (TMR): $1/K_p$; turnover (T): $24h/TMR$, capacidade de renovação do material do trato digestivo em 24 horas; meia vida (MV): $\ln 0,5/K_p$, tempo necessário para

excretar 50% do marcador (Nussio, 1997).

3.3.4 Teste t-Student e Análise multivariada de perfil

Para comparar a similaridade entre as curvas de excreção fecal de cromo mordante acumulado para as três espécies (capivara, coelho e cateto) foi realizado teste t-Student, comparando o coeficiente angular das curvas de excreção fecal, e também uma análise multivariada de perfil, através do procedimento GLM do programa de análises estatísticas SAS (Statistical Analysis System), versão 6.12 (1996).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estudo I: Comportamento de cecotrofia em capivaras

4.1.1 Descrição do comportamento de cecotrofia

Durante os quatro dias de observação foi verificado um comportamento típico de cecotrofia. A capivara estando na posição sentada com os membros anteriores apoiados no chão, estica um dos membros posteriores, direito ou esquerdo, o que permite ao animal curvar-se e dirigir sua cabeça em direção à região anal, retirando com a boca um material de consistência pastosa. Voltando à posição anterior com o dorso ereto, a capivara permanece mastigando o material e posteriormente deglutindo-o (Figura 3: a, b, c, d). Este ato é semelhante ao descrito para coelhos (Cheeke, 1987; Proto, 1984).

Alguns autores utilizam a palavra coprofagia para explicar este tipo de comportamento que ocorre nos lagomorfos (coelhos) e alguns roedores. É necessário esclarecer que estes animais praticam cecotrofia, e que o termo coprofagia (Do gr. *Kopros*, excremento + *phagein*, comer), como a própria origem da palavra explica, significa consumo de fezes, e normalmente os animais as consomem após terem defecado no chão. Já a cecotrofia é a ingestão de um tipo particular de excreta produzido pela fermentação cecal, chamado de

Figura 3.a - Sequência comportamental da cecotrofia em capivaras.

Figura 3.b - Sequência comportamental da cecotrofia em capivaras.

Figura 3.c - Sequência comportamental da cecotrofia em capivaras.

Figura 3.d - Sequência comportamental da cecotrofia em capivaras.

cecotrofe, que difere física e quimicamente das fezes, possuindo alto valor protéico e vitamínico, sendo ingerido diretamente da região anal pelo próprio animal que o produziu (Cheeke, 1987; Proto, 1984; Gioffré et al., 1989).

Herrera (1985) observando capivaras em condições naturais, relata evidências da ocorrência de cecotrofia nestes animais. O autor relata que a seqüência dos movimentos observados na capivara são similares ao descrito para coelhos.

Foi observado no presente estudo com capivaras uma seqüência comportamental semelhante a dos coelhos, porém, com algumas particularidades diferentes daquelas comentadas por Herrera (1985). O autor comenta que a capivara na posição sentada, estende a cabeça em direção ao ânus e coleta com a boca um material na forma de pelete, o que difere das observações obtidas neste estudo, pois o material coletado e ingerido diretamente da região anal pela capivara, possui uma consistência pastosa e disforme, além de ser um material rico em proteína, diferente das fezes que são ovaladas e individualizadas, e com baixo teor protéico e com alto teor de fibra bruta (Mendes et al., 1996).

Neste caso, podemos sugerir que devido a presença de dois tipos de material excretado, e com a ingestão do material mais rico em proteína (“cecotrofe” - fermentação cecal) coletado diretamente do ânus, a capivara realiza cecotrofia, e não coprofagia em que o animal ingere fezes.

Mendes et al. (1996) compararam a composição química-bromatológica dos dois tipos de excretas produzidos pelas capivaras após fornecerem três tipos de dieta: 100% de ração concentrada (13% PB); 50% ração concentrada e 50% de forragem (*Pennisetum purpureum*) e 100% de forragem. Estes autores determinaram que o material pastoso tinha maior teor em proteína e menor teor

de fibra bruta que as fezes ovaladas. As diferenças foram tanto maiores quanto menor era o teor de proteína na dieta experimental.

No presente estudo foi fornecido às capivaras uma dieta (ração experimental e forragem) com nível de proteína (7,04% PB) bem abaixo das dietas fornecidas por Mendes et al. (1996), e observou-se a realização da cecotrofia durante todo o período experimental, ou seja, todo o material pastoso produzido (“cecotrofe”) foi ingerido, possivelmente, para atender as exigências nutricionais dos animais.

Ojasti (1973) também observou em algumas raras vezes excrementos de capivaras em forma de uma massa mole e não estruturada em forma ovalada típica da espécie. A rara presença desse tipo de excremento indica que este somente é eliminado quando o animal já atendeu às suas exigências nutricionais.

Nos llanos da Venezuela foi observado por Herrera (1985) que as capivaras reciclam suas “fezes” com maior frequência durante a estação seca, quando somente é disponível forragem de baixo valor nutricional, do que no inverno úmido, quando as forragens são de melhor qualidade nutricional.

4.1.2 Período de ocorrência

A ocorrência da cecotrofia nas capivaras foi maior no período das 6 às 12 horas, com 72,84% das ocorrências ($\bar{x} = 29,5 \pm 7,94$; $N = 243$), e menor no período das 0 às 6 horas, com 27,16% das ocorrências ($\bar{x} = 11 \pm 5,21$, $N = 243$), não havendo nenhuma ocorrência nos períodos das 12 às 18 horas e 18 às 0 horas. Não houve diferença significativa ($X^2 = 11,07$; g.l. = 5; $p > 0,05$) entre os animais para a ocorrência do comportamento de cecotrofia nos diferentes períodos (Figura 4). O início deste comportamento se deu entre 10h:48min e 11h:44min após o

fornecimento do alimento, ocorrendo o primeiro comportamento de cecotrofia a partir das 4 horas da manhã.

Figura 4 - Período da ocorrência de cecotrofia em capivaras.

Observando capivaras em condições naturais, Herrera (1985) verificou que 97% das ocorrências do comportamento de cecotrofia foram observadas entre 7 e 14 horas, o que comparado com os dados obtidos no presente estudo, permite concluir que em ambos os trabalhos a maior percentagem da ocorrência de cecotrofia em capivaras foi no período da manhã (6 às 12 horas).

Uma explicação para isso pode ser o horário do consumo alimentar, pois as capivaras em condições naturais alimentam-se durante o anoitecer (crepúsculo) (Ojasti, 1973) e, no presente trabalho, a alimentação foi fornecida às 17 horas, ou seja, no final da tarde. Com isso, embora o autor não tenha indicado o horário inicial do consumo alimentar das capivaras, o comportamento de cecotrofia realizado por elas em condições naturais, talvez pudesse ocorrer, assim como

neste estudo, em torno de 11 horas após o início da ingestão do alimento, isto, provavelmente, pode variar de acordo com o tipo de alimento consumido.

Embora as observações noturnas não tenham sido contínuas (Herrera, 1985), a incidência deste comportamento nas capivaras em condições naturais só ocorreu após às 5h:30min, assim se compararmos com os dados obtidos no presente estudo, é possível verificar que o período das 0 às 6 horas foi também o período de menor percentagem das ocorrências (27,16%).

Borges et al. (1996) observaram a ocorrência de cecotrofia nas capivaras em condições naturais no período da manhã (6 às 7 horas), e alimentação e defecação ao anoitecer (18 às 19 horas). Embora os autores tenham feito apenas uma hora de observação em cada período, a ocorrência do comportamento de cecotrofia em capivaras no período da manhã, coincide com os períodos de ocorrência de cecotrofia no presente estudo, além da não ocorrência do comportamento nos demais períodos (meio dia e anoitecer).

4.1.3 Tempo de duração

Em relação ao tempo de duração da sequência do comportamento de cecotrofia, não há referências a respeito. Foi observado que há uma variação em relação ao tempo de duração desta sequência entre as capivaras e para uma mesma capivara. Alguns animais são bem rápidos nas coletas, outros permanecem com a boca próxima à região anal, mastigando e deglutindo o cecotrofe sem levantar a cabeça.

Essa sequência do comportamento de cecotrofia é repetida várias vezes podendo durar de 1,50 a 20,44 segundos ($\bar{x} = 9,93 \pm 8,47$, $N = 136$), porém, apenas um dos animais observados permanecia por um longo tempo com a cabeça

próxima à região anal, consumindo constantemente o material pastoso (cecotrofe), o que pode explicar o intervalo de confiança e o desvio padrão elevados.

4.2. Estudo II: Comparação das curvas de excreção fecal entre capivaras, coelhos e catetos

4.2.1 Taxa de passagem da fase sólida do alimento

No Estudo II, para determinação e comparação das curvas de excreção fecal entre as diferentes espécies animais, foi determinada a taxa de passagem (K_p) da fase sólida para capivara (animal que queríamos testar), coelho (animal que realiza a cecotrofia) e cateto (animal que não realiza a cecotrofia). A partir de K_p pode-se também calcular e comparar o tempo médio de retenção (TMR), turnover (T) e meia vida (MV).

As equações de regressão linear para a obtenção das taxas de passagem em capivaras, coelhos e catetos, são mostradas em tabelas no Anexo A.

4.2.1.1 Taxa de passagem do alimento em capivaras

A maior concentração (ppm) de cromo nas fezes de capivaras foi observada nas amostras relativas aos tempos de coleta de 16 a 24 horas, e a constante de menor concentração de cromo foi observada nas amostras relativas

aos tempos de coleta de 48 a 64 horas (Anexo A).

A Tabela 4 apresenta as taxa de passagem, tempo médio de retenção, turnover e meia vida estimadas para cada animal. Observa-se que a capivara apresentou um Kp em que 8% do marcador foi eliminado por hora, com um TMR do marcador no trato digestivo de 12 horas, uma capacidade de renovação do conteúdo do trato (T) em torno de 2 vezes ao dia e um tempo de 8,38 horas para excretar 50% do marcador (MV).

Tabela 4. Taxa de passagem, tempo médio de retenção, turnover e meia vida da fase sólida, determinados para capivaras.

Animais	Taxa de passagem Kp (%/h)	Tempo Médio de Retenção TMR (h)	Turnover T	Meia Vida MV (h)
Capivara 04	8,58	11,65	2,06	8,08
Capivara 06	6,61	15,13	1,59	10,49
Capivara 07	8,43	11,86	2,02	8,22
Capivara 08	10,19	9,81	2,45	6,80
Capivara 09	8,33	12,00	2,00	8,32
Média	8,43	12,09	2,02	8,38
D.P.	±1,27	±1,92	±0,30	±1,33

Taxa de Passagem (Kp): %/h

Tempo Médio de Retenção (TMR): 1/Kp

Turnover (T): 24h/TMR

Meia Vida (MV): $\ln 0,5/Kp$

No Estudo I deste trabalho foi determinado que em média, 11 horas após a ingestão do marcador, a capivara começou a realizar a cecotrofia, tempo em que o marcador permanece retido no trato digestivo até começar a ser eliminado (TMR), coincide com o tempo médio necessário para a capivara começar a realizar a cecotrofia após a ingestão do marcador.

Em um experimento sobre a velocidade de passagem da digesta em capivaras, Ojasti (1973) verificou que após consumir uma determinada forrageira

(*Digitaria decumbens*), em 24 horas eram excretado nas fezes 68% das partículas do epitélio vegetal. No Estudo II deste trabalho, utilizando como marcador o cromo mordante na ração experimental, observou-se a eliminação de 56% do marcador nas fezes de capivara em 24 horas.

González-Jiménez (1977b) forneceu às capivaras cápsulas de óxido de cromo (Cr_2O_3) como marcador, sendo as fezes coletadas a cada 3 horas durante um total de 120 horas, e verificaram que 5% do marcador era recuperado nas fezes 12 horas após o fornecimento e 85% em 60 horas. Neste presente estudo foi encontrado 24,8% ($\pm 12,5$) do marcador nas fezes em 12 horas e 91,7% ($\pm 8,2$) em 60 horas.

Esta diferença entre os dados obtidos nos dois experimentos, pode ser devido ao método utilizado por González-Jiménez (1977b), que colocaram as capivaras em gaiolas metabólicas, o que pode ter causado um grande estresse aos animais, como será comentado mais adiante. Outro fato a ressaltar é sobre o fornecimento de cápsula de óxido de cromo, pois foi necessário a contenção dos animais, realizando uma ingestão forçada e, conseqüentemente, uma outra causa potencial de estresse, totalmente diferente do método utilizado no Estudo II deste trabalho, onde o marcador estando presente na ração foi consumido voluntariamente de maneira rápida (pequena quantidade de ração marcada) e, ao menos aparentemente, com total tranqüilidade pelos animais.

Embora as capivaras do estudo de González-Jiménez et al., (1976) não tenham realizado cecotrofia, foi observado que a velocidade de passagem é mais lenta, comparada com a velocidade de passagem obtida no Estudo II deste trabalho, onde as capivaras realizaram cecotrofia. Uma hipótese que poderia interferir na velocidade da taxa de passagem seria a diferença do tipo de marcador usado, pois neste estudo foi utilizado fibra mordantada, já no trabalho acima citado utilizou-se cápsulas de óxido de cromo.

Buntinx et al. (1992) investigaram a confiabilidade do controle de liberação de cromo, utilizando cápsulas de óxido de cromo, para determinar a produção fecal em carneiros. Os autores inferiram implicações sobre utilização de cápsulas, tendo em vista altas variações nos resultados, recomendando cautela no seu uso em pesquisa, pois este método não produziu resultados confiáveis.

Outra hipótese a ser considerada poderia ser a diferença entre as dietas fornecidas às capivaras nos vários trabalhos experimentais, que teriam interferido na velocidade da taxa de passagem.

4.2.1.2 Taxa de passagem do alimento em coelhos

Nas amostras relativas aos tempos de coleta de 12 a 16 horas, foi observado a maior concentração (ppm) de cromo nas fezes de coelhos. Já nas amostras relativas aos tempos de coleta de 36 a 56 horas observou-se a constante de menor concentração de cromo (Anexo A).

Observa-se na Tabela 5 que o coelho apresentou um K_p em que 9,34% do marcador foi eliminado por hora, com um TMR do marcador no trato digestivo de aproximadamente 11 horas, uma capacidade de renovação do conteúdo do trato (T) em torno de 2,24 vezes ao dia e um tempo de 7,53 horas para excretar 50% do marcador (MV).

Tabela 5. Taxa de passagem, tempo médio de retenção, turnover e meia vida da fase sólida, determinados para coelhos.

Animais	Taxa de passagem Kp (%/h)	Tempo Médio de Retenção TMR (h)	Turnover T	Meia Vida MV (h)
Coelho 01	11,67	8,57	2,80	5,94
Coelho 02	9,26	10,80	2,22	7,49
Coelho 04	8,92	11,21	2,14	7,77
Coelho 05	8,16	12,25	1,96	8,49
Coelho 06	8,71	11,48	2,09	7,96
Média	9,34	10,86	2,24	7,53
D.P.	±1,36	±1,39	±0,33	±0,96

Taxa de Passagem (Kp): %/h

Tempo Médio de Retenção (TMR): 1/Kp

Turnover (T): 24h/TMR

Meia Vida (MV): $\ln 0,5/Kp$

No presente estudo, determinou-se a velocidade de passagem para coelhos utilizando cromo mordante como marcador, onde 64,8% ($\pm 7,2$) do mesmo foi eliminado em 24 horas.

Pichard & Stevens (1972) realizaram um estudo com coelhos utilizando marcadores sólidos (partículas plásticas) de 2 mm de diâmetro por 2 mm de comprimento, e determinaram a velocidade de passagem nestes animais. A porcentagem média de marcador recuperado nas fezes foi de 53,8% ($\pm 8,6$) em 24 horas.

González-Jiménez et al. (1976) utilizando cápsulas de óxido de cromo para determinar a taxa passagem em coelhos, recuperaram 50% do marcador em 36 horas. As diferenças observadas entre os estudos, aparentemente, têm as mesmas causas que as discutidas anteriormente para capivaras.

4.2.1.3 Taxa de passagem do alimento em catetos

A maior concentração (ppm) de cromo nas fezes de catetos foi observada nas amostras relativas aos tempos de coleta de 24 a 32 horas e a constante de menor concentração de cromo foi observada nas amostras relativas aos tempos de coleta de 56 a 64 horas (Anexo A).

Observa-se na Tabela 6 que o cateto apresentou um Kp em que 11,79% do marcador foi eliminado por hora, com um TMR do marcador no trato digestivo de 8,74 horas, uma capacidade de renovação do conteúdo do trato (T) de aproximadamente 3 vezes ao dia e um tempo em torno de 6 horas para excretar 50% do marcador (MV).

Tabela 6. Taxa de passagem, tempo médio de retenção, turnover e meia vida da fase sólida, determinados para catetos.

Animais	Taxa de passagem Kp (%/h)	Tempo Médio de Retenção TMR (h)	Turnover T	Meia Vida MV (h)
Cateto 04	13,58	7,36	3,26	5,10
Cateto 05	13,98	7,15	3,36	4,96
Cateto 07	-	-	-	-
Cateto 08	10,22	9,78	2,45	6,78
Cateto 09	9,39	10,65	2,25	7,38
Média	11,79	8,74	2,83	6,06
D.P.	±2,33	±1,75	±0,56	±1,21

Taxa de Passagem (Kp): %/h

Tempo Médio de Retenção (TMR): 1/Kp

Turnover (T): 24h/TMR

Meia Vida (MV): $\ln 0,5/Kp$

Neste estudo foi fornecido cromo mordante aos catetos, e observou-se que até 44 horas foram excretados 89% do cromo, e a partir daí obteve-se uma constante de menor concentração.

Carl & Brown (1986) em um estudo de digestibilidade com catetos, colocaram 6 animais em gaiolas metabólicas de madeira (183cm X 61cm X 76cm), e forneceram óxido de cromo misturado à ração, realizando coletas de fezes às 8h:00min, 12h:00min e 16h:00min durante 5 dias. Os autores determinaram que a velocidade de passagem em catetos foi de 52,5 ($\pm 2,1$) horas para a eliminação total do marcador.

Através da comparação da percentagem de cromo acumulado excretado pelas espécies animais estudadas, que em 72 horas os catetos excretaram em média 95% do marcador, enquanto que as capivaras e os coelhos excretaram em média 93% e 94% do marcador, respectivamente, em 96 horas, o que indica uma velocidade de passagem bem mais rápida para o cateto em relação às demais espécies.

4.2.1.4 Comparação das taxas de passagens do alimento entre as espécies animais

Para comparar a similaridade entre as taxas de passagens das espécies animais, estudadas neste trabalho, foi realizado teste de Duncan, comparando as médias entre capivara e coelho, capivara e cateto, e cateto e coelho (Tabela 7).

Tabela 7. Comparação da taxa de passagem, tempo médio de retenção, turnover e meia vida entre capivara, coelho e cateto.

Animais	Kp	TMR	T	MV
Capivara	8,43 ^a	12,09 ^a	2,02 ^a	8,38 ^a
Coelho	9,34 ^a	10,86 ^{ab}	2,24 ^a	7,53 ^{ab}
Cateto	11,79 ^b	8,74 ^b	2,83 ^b	6,06 ^b

^{a, b, c} Médias seguidas de letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$)

C.V. = Coeficiente de Variação (%)

Kp = Taxa de passagem

TMR = Tempo Médio de Retenção (1/Kp)

T = Turnover (24h/TMR)

MV = Meia Vida ($\ln 0,5/Kp$)

Observa-se na tabela acima que o Kp e o T entre capivara e coelho não apresentam diferença significativa, diferindo ambos dos resultados obtidos para cateto. Para TMR e MV não houve diferença significativa entre as espécies animais, embora os dados entre capivara e coelho apresentaram-se bem mais próximos quando comparados com o cateto.

A maioria dos trabalhos realizados pelos autores apresentados na presente discussão (Ojasti 1973; González-Jiménez, 1977b; Pichard & Stevens, 1972; Carl & Brown, 1986) referem-se à velocidade de passagem. A metodologia utilizada para determinação da taxa de passagem (Grovum & Williams, citado por Colucci et al., 1990) no Estudo II para capivaras, coelhos e catetos, é muito utilizada para cinética de digesta em ruminantes. Foi adotado este método para obtenção de dados mais precisos da taxa de passagem em não ruminantes, dados praticamente inéditos para estes animais.

4.2.2 Análise de variância e de regressão

4.2.2.1 Análise de variância por espécie

A Tabela 8 mostra a análise de variância individual para capivaras, coelhos e catetos. Houve diferença significativa ($p < 0,01$) entre os indivíduos da mesma espécie, para a percentagem de cromo acumulado eliminado nas fezes, nos diferentes tempos de coleta. Estes dados indicam a necessidade de um número maior de animais como repetição para as três espécies.

Tabela 8. Análise de variância individual da excreção acumulada de cromo mordante.

	CAPIVARA		CATETO		COELHO	
FV	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Repetição	4	1408,43 **	3	306,60 **	4	282,65 **
Tempo	23	3914,84 **	18	6185,77 **	20	3724,89 **
Resíduo	69	21,48	45	33,27	57	23,40
Total	96		66		81	
CV (%)		6,46		10,27		6,57

** significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade

FV = Fontes de Variação

CV = Coeficiente de Variação em porcentagem

A análise de variância para catetos apresenta um grau de liberdade diferente das demais espécies devido a perda de uma repetição. No dia do fornecimento do marcador (cromo mordante), um dos cinco catetos não ingeriu a ração marcada. Observou-se que este animal, em relação aos demais, era o mais estressado durante o período de adaptação, no entanto não havia disponibilidade de outro animal para realizar uma troca.

4.2.2.2 Análise de variância geral

Na Tabela 9 encontra-se a análise de variância geral para as três espécies animais estudadas (capivara, coelho e cateto).

Tabela 9. Análise de variância geral da excreção acumulada de cromo mordante.

Fontes de Variação	GL	QM	F
Repetição	4	503,26	16,73**
Espécie	2	1277,474	2,12 ^{NS}
Resíduo (a)	7	603,37	20,06**
Tempo	24	9072,04	435,12**
Resíduo (b)	90	20,85	-
Espécie x Tempo	36	296,66	9,86**
Erro Exp.	192	30,08	-
Total	191		
CV (%)		8,05	

** significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade

^{NS} não significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade

CV = Coeficiente de Variação

Não houve diferença significativa ($p>0,01$) entre as espécies. Observa-se, contudo, diferença significativa ($p<0,01$) para tempo de coleta e para relação espécie x tempo. As espécies animais não diferiram no consumo e na excreção do cromo mas apresentaram um padrão de excreção do marcador diferenciado no tempo.

4.2.2.3 Análise de regressão

Na Tabela 10 encontram-se os valores dos parâmetros da equação, do modelo de Gompertz, das curvas de excreção acumulada de cromo mordante para capivara, coelho e cateto.

Tabela 10. Excreção acumulada de cromo mordante ajustada pelo modelo de Gompertz.

Espécie	Nº obs.	a	b	c	Erro ¹	R ²
Capivara	97	92,92597	1,387958	0,087080	9,561930	0,954400
Erro ²		1,5084	0,1532	0,0084		
Coelho	82	94,00919	1,355457	0,108389	6,691812	0,977690
Erro ²		1,0746	0,1100	0,0080		
Cateto	77	95,29967	3,455089	0,123845	9,911862	0,970950
Erro ²		1,5297	0,3410	0,0119		

¹ Erro residual do ajuste do modelo

² Erro padrão associado ao parâmetro do modelo

No modelo de regressão adotado observou-se que os coeficientes de determinação (R²) obtidos foram próximos a 1,00 (0,95, 0,98 e 0,97 para capivara, coelho e cateto, respectivamente), o que indica que 95% ou mais dos pontos (% Cromo) estão próximos da reta. Isto mostra um ótimo ajuste das curvas de excreção fecal, obtidas pelo modelo.

As Figuras 5, 6 e 7 representam o percentual de cromo mordante acumulado obtido nas excreções fecais de capivaras, coelhos e catetos respectivamente, em função dos tempos de coletas em horas (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72, 76, 80, 84, 88, 92, 96).

Figura 5 - Percentual de cromo mordante acumulado obtido das excreções fecais de capivaras.

Figura 6 - Percentual de cromo mordante acumulado obtido das excreções fecais de coelhos.

Figura 7 - Percentual de cromo mordante acumulado obtido das excreções fecais de catetos.

4.2.3 Curvas de excreção fecal

As curvas de excreção fecal obtidas para capivara (Figura 5) e coelho (animal que realiza cecotrofia) (Figura 6), mostram-se visualmente similares, ambas diferindo da curva de excreção fecal do cateto (animal que não realiza cecotrofia).

Para uma comparação efetiva entre as curvas, foram realizadas algumas análises estatísticas que são apresentadas a seguir.

4.2.3.1 Regressão linear para as curvas de excreção fecal

Inicialmente, obteve-se um intervalo de tempo (Δt) de excreção acumulada de cromo, sendo este calculado a partir do momento em que as percentagens médias iniciais de excreção de cromo (t inicial), diferiram significativamente (Duncan's Multiple Range Test; $p < 0,05$), até o momento em que as excreções finais (t final) tornaram-se constantes, não apresentando mais diferença significativa (Duncan's Multiple Range Test; $p > 0,05$). Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11. Concentrações iniciais e finais de cromo mordante excretados pelas diferentes espécies.

ESPÉCIES	TEMPO (horas)		
	t inicial	t final	Δt
Capivara	8 h	40 h	32 h
Coelho	4 h	36 h	32 h
Cateto	20 h	44 h	24 h

O intervalo de tempo (Δt) de excreção acumulada de cromo determinado para capivara, coelho e cateto foi de 32 horas, 32 horas e 24 horas respectivamente (Tabela 11). Observou-se que a eliminação do cromo, neste intervalo de tempo (Δt), ocorreu de forma mais lenta para capivara e coelho, enquanto que a eliminação do cromo para o cateto foi mais rápida.

Procedeu-se a uma regressão linear do intervalo de tempo (Δt) para as curvas de excreção fecal de cromo acumulado, com a finalidade de comparar o padrão de excreção das três espécies animais (Figura 8).

Figura 8 - Regressão linear das curvas de excreção fecal entre capivara, coelho e cateto.

As concentrações iniciais de cromo mordante excretadas pelas capivaras e coelhos, apresentaram diferenças significativas nas primeiras horas após o fornecimento da dieta marcada. Já para catetos, as concentrações iniciais de cromo mordante excretadas, mostraram diferenças após um período bem maior ao fornecimento do marcador (20 horas). Os catetos apresentam um pré-estômago, constituído de uma bolsa gástrica e dois “sacos cegos” (Sowls, 1984; Nogueira-Filho, 1990), que poderia ter retido o alimento por um tempo maior.

4.2.3.2 Comparação das curvas de excreção fecal utilizando o teste t-Student

A fim de comparar a similaridade entre as curvas de excreção fecal de cromo acumulado entre as espécies animais, foi realizado o teste t-Student

comparando os coeficientes angulares (parâmetro “b”) das curvas do modelo de regressão de Gompertz, entre capivara, coelho e cateto.

O teste mostrou que não houve diferença significativa ($t = 1,5$; g.l. = 177; $p > 0,05$) entre as curvas de excreção fecal de cromo para capivara e coelho. Já para capivara e cateto houve diferença significativa ($t = -65,7$; g.l. = 162; $p < 0,05$), assim como para coelho e cateto ($t = -66,5$; g.l. = 147; $p < 0,05$).

4.2.3.3 Análise multivariada de perfil

A análise multivariada de perfil também permite a comparação das curvas de excreção fecal de cromo acumulado entre as espécies animais, em intervalos de tempos de coletas preestabelecidos: fase inicial, fase ascendente e fase final de excreção. O primeiro intervalo de tempo de coleta analisado foi da 0 às 16 horas, onde verificou-se diferença significativa (Contrastes pelo teste F, $p = 0,0014$) entre as curvas de excreção fecal para capivara e cateto, e para coelho e cateto (Contrastes pelo teste F, $p = 0,0001$), não havendo diferença significativa (Contrastes pelo teste F, $p = 0,0772$) entre as curvas de excreção fecal para capivara e coelho.

O segundo intervalo de tempo de coleta analisado, das 16 às 32 horas, mostrou que não houve diferença significativa (Contrastes pelo teste F, $p = 0,1029$) entre as curvas de excreção fecal para capivara e coelho. As curvas de excreção fecal para capivara e cateto (Contrastes pelo teste F, $p = 0,0003$), e coelho e cateto (Contrastes pelo teste F, $p = 0,0001$), apresentaram diferença significativa neste intervalo de tempo.

O último intervalo de tempo analisado foi o das 32 às 72 horas, onde as curvas de excreção fecal entre capivara e cateto (Contrastes pelo teste F,

$p=0,9774$), capivara e coelho (Contrastes pelo teste F, $p=0,4239$), e coelho e cateto (Contrastes pelo teste F, $p=0,4667$), não mostraram diferença significativa.

As tabelas de análise de variância dos contrastes entre as espécies animais, nos intervalos de tempo de coletas estabelecidos, são apresentados no Anexo B.

Não foi possível comparar as curvas de excreção fecal de cromo após as 72 horas pois, a partir deste tempo, as coletas para os catetos tiveram que ser suspensas. Por serem animais bastante agitados, principalmente, durante as coletas e devido o piso da baia ser abrasivo, estes começaram a apresentar sangramento nos cascos, havendo a necessidade de interromper as coletas.

Isto não interferiu nos dados pois através do modelo de ajuste de regressão de Gompertz, observou-se que em 72 horas foi excretado em média 95,3% do marcador pelos catetos, enquanto que as capivaras e os coelhos excretaram em média 93% e 94% do marcador respectivamente, em 96 horas.

Estas análises mostram uma grande similaridade das curvas de excreção fecal de cromo entre capivara e coelho, diferindo ambas da curva de excreção do cateto. Foi notado que a eliminação do marcador pelo coelho, animal que realiza a cecotrofia (Proto, 1984; Cheeke, 1987), ocorreu de forma mais lenta comparado com o cateto. Isto, provavelmente, ocorreu devido a reingestão de uma parte do marcador (presente no cecotrofe) à medida que se realizava a cecotrofia. A capivara, por sua vez, eliminou o cromo de forma similar ao coelho, o que associado com os dados comportamentais obtidos no Estudo I deste trabalho, reforça a evidência da ocorrência do comportamento de cecotrofia em capivaras.

González-Jiménez et al. (1976) compararam as curvas acumulativas de excreção fecal de óxido de cromo entre capivara, coelho e ovino, para verificar se a capivara praticava cecotrofia. Utilizando dose única do marcador observaram que a curva de excreção fecal da capivara era semelhante a do ovino, diferindo do coelho que apresentava curva de excreção em patamares.

No presente estudo não foram encontradas curvas de excreção fecal em patamares para coelhos, e o que se obteve, foi um padrão de curva sigmóide igual para as três espécies animais diferindo, contudo, na velocidade de eliminação do marcador. A partir disso nota-se uma maior similaridade da curva de excreção da capivara com a do coelho (Figura 9).

Figura 9 - Comparação das curvas de excreção fecal de cromo mordante acumulado entre capivara, coelho e cateto.

González-Jiménez et al. (1976) em estudo com capivara, coelho e ovino, para detectar cecotrofia em capivaras, colocaram três animais de cada espécie em gaiolas metabólicas. É comum a utilização de animais domesticados como ovinos e coelhos em gaiolas metabólicas, porém, a introdução de capivaras em gaiolas metabólicas (animais silvestres), pode causar um grande estresse nestes animais e, conseqüentemente, inibir a prática da cecotrofia.

Bernardi (1993) afirma que nos dois primeiros dias de contenção das

capivaras adultas em gaiolas metabólicas para ensaio de digestibilidade, os animais se jogavam contra as grades machucando-se no focinho e nas patas, e após o quarto dia de contenção a incidência de ferimentos diminuiu, embora os animais ainda se mostrassem agitados e, mesmo ao final do ensaio após 18 dias, os animais assustavam-se sempre que havia movimentação. A autora concluiu que para esse tipo de ensaio é necessário utilizar capivaras adultas amansadas e treinadas ou criadas especificamente para esse tipo de estudo.

Herrera (1985) também sugere que González-Jiménez et al. (1976), não observaram o comportamento de cecotrofia por terem introduzido as capivaras em gaiolas metabólicas, o que pode ter inibido esse comportamento. Borges et al. (1996) também afirmam que os autores falharam em detectar cecotrofia em capivaras, provavelmente, por causa do cativeiro que induziu alterações comportamentais, ou por causa do uso de dietas com níveis elevados de proteína, o que também inibiria a realização de cecotrofia em capivaras.

Andrade (1996) conduziu um experimento de digestibilidade com filhotes de capivaras com 70 a 150 dias de vida, colocando-os em gaiolas metabólicas (1,63m X 1,04m) para bezerros, selecionando entre dez animais, os quatro que mais se adaptaram às condições das gaiolas mas, mesmo assim, os animais apresentaram estresse, com alterações comportamentais (agressividade) e fisiológicas (diarréia e redução no consumo alimentar). Utilizou-se apenas machos, pois as fêmeas foram as que menos se adaptaram, apresentando anorexia e diarréia.

Segundo Alvarez¹, em visita a Universidade Central da Venezuela, as gaiolas metabólicas utilizadas por González-Jiménez et al. (1976) apresentavam

¹ MARTIN R. ALVAREZ – pós graduando do Depto. de Ciências Biológicas da FCEN-UBA, Buenos Aires – Argentina. Comunicação Pessoal. 1998.

1,50m X 0,50m, bem menores que as gaiolas utilizadas por Andrade (1996), impedindo talvez a movimentação dos animais para a realização do comportamento da cecotrofia, além do estresse já mencionado anteriormente.

Optou-se então neste Estudo II, por colocar as capivaras em baias individuais (12 m^2), sendo os animais nascidos em cativeiro e criados em piquetes de 120 m^2 de área. Deste modo, os animais permaneceram tranquilos, sem estresse, não apresentando problema algum durante a coleta de fezes. Neste estudo, o interesse foi apenas na coleta de fezes (fase sólida), entretanto para a coleta de urina (fase líquida), seriam necessários outros tipos de instalações.

Nos estudos de Silva Neto (1990) e Andrade (1996), os autores não encontraram diferença significativa ($p>0,05$) entre o ganho de peso de capivaras para os diferentes níveis de proteína bruta que testaram. Andrade (1996) infere algumas hipóteses sobre a não significância das diferenças entre o maior e o menor nível protéico em seu estudo, entre elas a possível realização do comportamento de cecotrofia, e afirma que embora não tenha observado este comportamento nos animais do experimento, é possível que os animais tenham se utilizado desse mecanismo em horários mais tranquilos e, ou, durante a noite, quando não foram observados.

Borges et al. (1996) observaram capivaras em condições naturais praticando cecotrofia no período da manhã (6 às 7 horas), e alimentando-se e defecando ao anoitecer (18 às 19 horas). Os autores não encontraram diferenças significativas ($p>0,05$) nas concentrações de nitrogênio e de fibra entre os compartimentos do trato digestivo (estômago, ceco e colo) das capivaras no período da manhã. Entretanto, nos demais períodos amostrais, ao meio-dia (12 às 13 horas) e ao anoitecer, as concentrações de nitrogênio foram altas no ceco, em relação ao estômago e colo.

Como não houve diferença da concentração de nitrogênio em todos os

compartimentos do trato digestivo, principalmente no estômago, no período da manhã, fica fortalecida ainda mais a hipótese da ocorrência de cecotrofia em capivaras, ou seja, com a constante ingestão do material cecal (rico em proteína), pode ter havido um fluxo constante de nitrogênio no trato digestivo.

Pode-se pensar que o nitrogênio presente no estômago, no período da manhã, provém da alimentação, contudo, não foi observado o forrageamento dos animais neste período e, ao anoitecer, período de maior consumo alimentar, os autores encontraram alta concentração do nitrogênio no ceco, diferindo do estômago.

Alguns autores tentam explicar a utilização do nitrogênio em capivaras, afirmando a possibilidade de ocorrer autólise e absorção de proteína microbiana, ou ação de enzimas pancreáticas ou cecais (Parra, 1977; Leal Medina, 1978, citados por González-Jiménez, 1995). Slade et al. (1970) afirmam que o mecanismo de subseqüentes hidrólises de proteína microbiana e a liberação de aminoácidos livres para absorção em cavalos, teriam ainda que ser elucidados; outros possíveis mecanismos como a contínua atividade de enzimas pancreáticas no lúmen do ceco e cólon ou a atividade secretora de enzimas proteolíticas no intestino grosso, necessitam ser estabelecidos.

Como cavalos não praticam cecotrofia (ingestão de cecotrofe), podendo praticar coprofagia (ingestão de fezes) em condições de extrema deficiência nutricional (Schurg et al., 1977), pode-se até pensar em um mecanismo de hidrólise de proteína microbiana para cavalos.

Contudo, através dos estudos realizados com capivaras, onde se determinou a eliminação de um excremento diferente das fezes, rico em proteína e pobre em fibra (Mendes et al., 1996), sendo este ingerido diretamente do ânus com seqüências comportamentais idênticas ao do coelho, como descrito por Herrera (1985), Borges et al. (1996), além das observações obtidas no Estudo I

deste trabalho e com a similaridade entre as curvas de excreção fecal da capivara com o coelho, pode-se afirmar que a capivara realiza cecotrofia como mecanismo de aproveitamento de nitrogênio produzido em seu extenso ceco.

Este comportamento de cecotrofia faz parte da fisiologia adaptativa da capivara para atender suas exigências nutricionais, podendo, provavelmente, desempenhar um papel muito importante na economia do nitrogênio com a síntese de aminoácidos essenciais necessários à sobrevivência desta espécie.

A cecotrofia pode significar redução nos gastos com suplementação protéica para a manutenção desta espécie em cativeiro e, conseqüentemente, redução nos custos de produção. Pode também explicar porque as capivaras não apresentaram respostas significativas a níveis crescentes de proteína presentes em sua dieta (Silva-Neto, 1990; Andrade, 1996).

5 CONCLUSÕES

1 - O estudo comportamental mostrou que a capivara realiza um comportamento semelhante ao descrito como cecotrofia em coelhos.

2 - A incidência de cecotrofia nas capivaras foi maior durante a madrugada, provavelmente, devido ao horário do fornecimento da alimentação, ocorrendo o primeiro comportamento a partir das 4h:00min, em média em torno de 11 horas após a ingestão do alimento.

3 - Não foi determinada diferença significativa ($p>0,05$) entre a taxa de passagem (Kp) da fase sólida para capivara e coelho, mostrando que ambas as espécies possuem uma taxa de passagem (%/hora) mais lenta que o cateto ($p<0,05$), provavelmente, devido ao comportamento de cecotrofia.

4 - A curva acumulada de excreção fecal da capivara mostrou-se similar a do coelho diferindo do cateto, não apenas visualmente como também para os testes realizados na comparação das mesmas.

5 - Pelos resultados deste trabalho - observação direta da realização de um comportamento semelhante ao descrito como cecotrofia para coelhos e comparação das curvas de excreção de marcador - conclui-se que a capivara realiza a cecotrofia o que pode significar uma redução nos custos da produção desta espécie em cativeiro, por permitir a utilização de uma alimentação mais barata (baixos níveis protéicos e rica em fibra).

ANEXO A

Tabela 1. Equações de regressão linear para a obtenção das taxas de passagem em capivaras.

Capivaras	Tempo de coleta (horas)	Concentração (ppm) de Cromo*	Regressão	R2
Cap04	24 - 60	3,14 – 0,05	$y = -0,0858x + 5,5151$	0,9232
Cap06	16 - 60	3,43 – 0,76	$y = -0,0661x + 4,9626$	0,9156
Cap07	16 - 60	3,40 – 0,03	$y = -0,0843x + 5,3001$	0,9163
Cap08	16 - 48	3,48 – 0,09	$y = -0,1019x + 5,5211$	0,8857
Cap09	24 - 64	3,30 – 0,73	$y = -0,0833x + 5,6919$	0,9161

* ln (ppm de Cromo)

Tabela 2. Equações de regressão linear para a obtenção das taxas de passagem em coelhos.

Coelhos	Tempo de coleta (horas)	Concentração (ppm) de Cromo*	Regressão	R2
Coe01	16 - 40	2,69 – 0,21	$y = -0,1167x + 5,0025$	0,7963
Coe02	12 - 36	2,94 – 0,25	$y = -0,0926x + 4,183$	0,8339
Coe04	12 - 36	2,95 – 0,45	$y = -0,0892x + 4,3081$	0,7960
Coe05	12 - 48	3,11 – 0,36	$y = -0,0816x + 4,4263$	0,8842
Coe06	16 - 56	3,05 – 0,19	$y = -0,0871x + 4,604$	0,8735

* ln (ppm de Cromo)

Tabela 3. Equações de regressão linear para a obtenção das taxas de passagem em catetos.

Catetos	Tempo de coleta (horas)	Concentração (ppm) de Cromo*	Regressão	R2
Cat04	28 - 56	4,08 – 0,49	$y = -0,1358x + 8,2356$	0,9702
Cat05	24 - 56	4,42 – 0,30	$y = -0,1398x + 8,0249$	0,9665
Cat07	-	-	-	-
Cat08	28 - 64	4,01 – 0,70	$y = -0,1022x + 7,3097$	0,9468
Cat09	32 - 64	3,91 – 1,14	$y = -0,0939x + 7,0476$	0,9879

* ln (ppm de Cromo)

ANEXO B

Tabela 4. Análise de variância dos contrastes entre as espécies animais, no intervalo de tempo de coleta das 0 às 16 horas.

Contraste	GL	SQ Contraste	QM	F	Prob>F
CAP X CAT	1	2379,684	2379,684	18,02	0,0014
CAP X COE	1	501,842	501,842	3,80	0,0772
CAT X COE	1	4886,381	4886,381	37,01	0,0001
Total	3	7767,907			

CAP = Capivara; COE = Coelho; CAT = Cateto.

Tabela 5. Análise de variância dos contrastes entre as espécies animais, no intervalo de tempo de coleta das 16 às 32 horas.

Contraste	GL	SQ Contraste	QM	F	Prob>F
CAP X CAT	1	12056,057	12056,057	27,38	0,0003
CAP X COE	1	1392,929	1392,929	3,16	0,1029
CAT X COE	1	21021,395	21021,395	47,75	0,0001
Total	3	45266,438			

CAP = Capivara; COE = Coelho; CAT = Cateto.

Tabela 6. Análise de variância dos contrastes entre as espécies animais, no intervalo de tempo de coleta das 16 às 32 horas.

Contraste	GL	SQ Contraste	QM	F	Prob>F
CAP X CAT	1	0,486	0,486	0,00	0,9774
CAP X COE	1	399,085	399,085	0,69	0,4239
CAT X COE	1	328,960	328,960	0,57	0,4667
Total	3	728,045			

CAP = Capivara; COE = Coelho; CAT = Cateto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHO, J.R.C. **Criação e manejo de capivaras em pequenas propriedades rurais**. Brasília: EMBRAPA, DDT, 1986. 48p.

ALHO, J.R.C.; CAMPOS, Z.M.S.; GONÇALVES, H.C. Ecologia de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*, *Rodentia*) do pantanal: - II Atividade, sazonalidade, uso do espaço e manejo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, n. 1/ 2, p. 99-110, fev./maio. 1987.

ALTMANN, J. Observational study of behaviour: sampling methods. **Behaviour**, v. 49, p. 227-267, 1974.

ANDRADE, P.C.M. Níveis de proteína e energia em rações e manejo de capivaras (*Hydrochoerus hyfrochaeris hydrochaeris*, L. 1766) em Crescimento. Piracicaba, 1996. 160p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 11. ed. Washington, 1980.

- BALDIZÁN, A.; DIXON, R.M.; PARRA, R. Digestion in the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). **South African Journal of Animal Science**. v. 13, n. 1, p. 27-28, 1983.
- BERNARDI, L.G. Efeito dos níveis crescentes de volumoso sobre a digestibilidade de nutrientes de rações para capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris*, L. 1766). Piracicaba, 1993. 203 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- BORGES, P.A.; DOMINGUEZ-BELLO, M.G.; HERRERA, E.A.. Digestive physiology of wild capybara. **Journal Comparative Physiology B**, v. 166, p. 55-60, 1996.
- BUNTINX, S.E.; POND, K.R.; FISHER, D.S.; BURNS, J.C. Evaluation of the captec chrome controlled-release device for estimation de fecal output by grazing sheep. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 2243-2249, 1992.
- CARL, G.; BROWN, R.D. Comparative digestive efficiency and feed intake of the collared peccary. **The Southwestern Naturalist**, v. 31, n. 1, p. 79-85, 1986.
- CHEEKE, P.R. **Rabbit feeding and nutrition**. Orlando: Academic Press, 1987. cap. 3, p. 15-33: Animal feeding and nutrition.

COLUCCI, P.E.; MACLEOD, G.K.; GROVUM, W.L.; McMILLAN, I.; BARNEY, D.J. Nutrition, feeding, and calves. Digesta kinetics in sheep and cattle fed diets with different forage to concentrate ratios at high and low intakes. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 8, p. 2143-2156, 1990.

ESCOBAR, A.R.B.; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. Estudio sobre el chiguire (*Hydrochoerus hydrochaeris*). 2- Anatomia del' craneo y formula dentaria. **Acta Científica Venezolana**, v. 23, p. 96, 1972.

FAO. **Informe del taller sobre las estrategias para el manejo y el aprovechamiento racional de capibaras, cayman y tortugas de agua dulce (São Paulo, Brasil)**. Santiago: Oficina Regional de la FAO para America Latina Y el Caribe, 1987. 49 p.

FUERBRINGER, J. El chigüire, su cria y explotación racional. **Temas de Orientación Agropecuaria**, v.99, p.1-59. 1974.

GARROD, A.H. On the caecum coli of the capybara (*Hydrochoerus capybara*). **Proceedings of Zoological Society of London**, v. 3, p. 20-23, 1876.

GIOFFRÈ, F.; FRANCA, A.; TESTASECCA, A.; PROTO, V. Gli effetti della prolungata privazione della ciecotrofia nel coniglio in accrescimento alimentato com due differenti diete. **Rivista di Coniglicoltura**, n. 4, p. 27-35. 1989.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analyses: apparatus, reagents, procedures and some applications.** Washington: USDA, ARS. 1970. 379 p.

GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E.; PARRA, R. Fisiología digestiva del chigüire (*Hydrochoerus hydrochaeris*). 1-Capacidad de los diferentes compartimientos del tracto digestivo. In: **Informe sobre proyecto CONICIT DF 030-S1.** Maracay: IPA, Un. Central de Venezuela, 1971. 14 p.

GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E.; ESCOBAR, A.; CAIRES, O. Un metodo para detectar coprofagia - Resultados em chigüires (*Hydrochoerus hydrochaeris*). In: SEMINARIO SOBRE CHIGÜIRE Y BABAS. Maracay, 1976. **Programa y resúmenes.** Maracay: Facultad de agronomía; CONICIT/I.P.A. 1976.

GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. The capybara, an indiginous source of meat in tropical America. **World Animal Review**, n. 21, p. 24-30, 1977a.

GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. Digestive physiology and feeding of capybaras. In: RECHCIGE, M., (Ed.) **Handbook series in nutrition and food.** Cleveland: CRC Press, 1977b. p. 167-177.

GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. **El capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) - Estado actual de su producción.** Roma: FAO, 1995. 112 p. (Serie Estudio FAO. Produccion y Sanidad Animal, 122).

- HERRERA, E.A. Coprophagy in capybara, *Hydrochoerus hydrochaeris*. Oxford: Animal Behaviour Research Group, Department of Zoology, South Parks Road. **Journal of Zoology**, Ser. A, v. 207, p. 616-619, 1985.
- LAVORENTI, A. Domestication and potencial for genetic improvement of capybara. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, n. 3, p. 137-144, 1989.
- LOPEZ, B.S. Analisis preliminar para la determinacion del ciclo estral en chigüires basado en los niveles de progesterona, citologia vaginal y temperatura rectal. In: INSTITUTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL. **Informe anual – 1980**. Maracay, 1982. P.24-26.
- LOPEZ, B.S.. Pubertad en hembras chigüires (*Hydrochoerus hydrochaeris*). **Revista de la Facultad de Agronomia de Maracay**, v. 19, p. 121-127, 1993.
- McLURE, M.T. The cecal ciliates of the Venezuelan capybara. **Transactions of the American Microscopic Society**, v. 95, n. 2, p. 268, apr. 1976.
- MENDES, A. NOGUEIRA FILHO, S.L.G.; NOGUEIRA, S.S.C.; LAVORENTI, A.; Cecotrofagia em capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGICOS, 20.,. Cuiabá, 1996. **Anais**. Cuiabá, 1996. (No prelo).
- MONES, A.; OJASTI, J. *Hydrochoerus hydrochaeris*. In: Mamalian species. **The American Society of Mammalogists**, n. 264, p. 1-7, 1986.

NOGUEIRA-FILHO, S.L.G. Estudos da digestibilidade de nutrientes em caitetus (*Tayassu tajacu* L. Wetzel, 1977) adultos submetidos a dietas com níveis crescentes de alimentos volumosos. Piracicaba, 1990. 101p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

NOGUEIRA-FILHO, S.L.G. **Manual de "criação de capivaras"**. Viçosa: Ed. Centro de Produções Técnicas, MG. 1996a. 50 p.

NOGUEIRA-FILHO, S.L.G.; NOGUEIRA, S.; CARVALHO, A.; TOMA, R.; LAVORENTI, A. Estudo da vida reprodutiva em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) na CIZBAS/ESALQ/USP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGICOS, 20., Cuiabá, 1996. **Anais**. Cuiabá: SBZ, 1996b. (No prelo).

NOGUEIRA-FILHO, S.L.G. **Criação de cateto e queixada**. Viçosa : Ed. Centro de Produções Técnicas, MG. 1999. 50 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 6. ed., Washington, 1984.

NUSSIO, L.G. Effects of NDF levels and ruminally degradable starch on performance, ruminal parameters and *in situ* degradation of nutrients in lactating dairy cows fed sorghum diets. 1997. 139 p. Thesis (Ph. D), University of Arizona.

OJASTI, J. **Estudio biológico del chigüire o capibara.** Caracas: Fondo Nacional Investigación Agropecuaria., Ed. Sucre, 1973. 275 p.

OJASTI, J. Human explotation of capybara. In: ROBINSON, J.G.; REDFORD, K.H. **Neotropical wildlife use and conservation.** Chicago: University of Chicago Press, 1991. cap. 17, p. 236-252.

PARRA, R.; ESCOBAR, A.; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. El chiguire su potencial biologico y su cria en confinamento. In: INSTITUTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL. **Informe anual - 1978.** Maracay, 1978. p. 83-94.

PARRA, R.; ESCOBAR, A.; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E.; BALDIZAN, A.; SZABUNIEWICZ, M. Fisiologia digestiva comparada. In: INSTITUTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL. **Informe anual – 1981.,** Maracay, 1980. p.52-53.

PEREIRA, J.R.A.; ROSSI, P. **Manual práctico de avaliação nutricional de alimentos.** Piracicaba: FEALQ, 1997. 34p.

PICKARD, D.W.; STEVENS, C.E. Digesta flow through the rabbit large intestine. **American Journal of Physiology**, v. 222, n.5, p. 1161-1166, May, 1972.

PROTO, V. Aspetti applicativi della ciecotrofia nell'allevamento del coniglio. **Rivista de Coniglicoltura**, n 11, p. 27-35. 1984.

REDFORD, K.H. A floresta vazia. In: VALLADARES-PADUA, C.; BODMER, R.E. (Org.), **Manejo e conservação de vida silvestre no Brasil**. Brasília: CNPq; Belém: Soc. Civil Mamirauá, 1997. p. 1-22.

SCHURG, W.A.; FREI, D.L.; CHEEKE, P.R.; HOLTAN, D.W. Utilization of whole corn plant pellets by horses and rabbits. **Journal Animal Science**, v. 45, p. 1317-1321, 1977.

SILVA NETO, P.B. Performance de crescimento de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) mantidas em cativeiro, alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta na ração. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 27., Campinas, 1990. **Anais**. Campinas: SBZ, 1990. p.224.

SLADE, L.M.; ROBINSON, S.W.; CASEY, K.E. Nitrogen metabolism in nonruminant herbivores. I – The influence of nonprotein nitrogen and protein quality on the nitrogen retention of adult mares. **Journal Animal Science**, v. 30, p. 753-760. 1970.

SOWLS, L.K. **The peccaries**. The University of Arizona Press, Tucson: Arizona. 1984. cap. 3, p. 39-58.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed., McGraw-Hill, p. 390-394. 1980.

TREBBAU, P. Some observation on the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). **Zoologische Garten**, v. 50, p. 40-44, 1980.

UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of Science of Food and Agricultural**, v. 31, p. 625-632. 1980.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed., Ithaca:. Cornell University Press, 1994. cap. 5, p.57-76.

ZARA, J.C. Breeding and husbandry of the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). **Intern. Zoo. Yearb.**, v. 13, p. 137-139, 1973.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; ISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v. 59, p. 381-385, 1962.